

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2018

Simona Tesařová, DiS.

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

Simona Tesařová, DiS.

Studijní obor: Radiologický asistent 5345R010

**MOŽNOSTI PERFÚZNÍHO ZOBRAZENÍ POMOCÍ
VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Filip Heidenreich

PLZEŇ 2018

POZOR! Místo tohoto listu bude vloženo zadání BP s razítkem. (K vyzvednutí na sekretariátu katedry.) Toto je druhá číslovaná stránka, ale číslo se neuvádí.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny jsem uvedla v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování

Děkuji MUDr. Filipu Heidenreichovi za odborné vedení práce, poskytování rad a materiálních podkladů při psaní této práce. Dále děkuji personálu kliniky zobrazovacích metod FN Plzeň za poskytování odborných rad. Zvláště bych chtěla poděkovat své rodině za velkou trpělivost a podporu při mém studiu.

Anotace

Příjmení a jméno: Tesařová Simona, DiS.

Katedra: Katedra záchranářství a technických oborů

Název práce: Možnosti perfúzního zobrazení pomocí výpočetní tomografie

Vedoucí práce: MUDr. Filip Heidenreich

Počet stran – číslované: 79

Počet stran – nečíslované: 19

Počet příloh: 1

Počet titulů použité literatury: 20

Klíčová slova: diagnostika, výpočetní tomografie, cévní mozková příhoda, mozek, játra, perfúzní vyšetření

Souhrn:

Tato bakalářská práce je zaměřena na moderní zobrazovací metodiku, a to výpočetní tomografii. Teoretická část se zabývá principem funkce výpočetní tomografie. Dále je popsán anatomický popis a cévním zásobením orgánů, které se perfúzně pomocí výpočetní tomografie vyšetřují nejčastěji. Okrajově jsou zmíněny další zobrazovací techniky, kterými lze provádět perfúzní vyšetření. Praktická partie se věnuje kazuistikám vybraných informací u pacientů, kteří byli podrobena perfúznímu vyšetření na klinice zobrazovacích metod FN Plzeň.

Annotation

Surname and name: Tesarova Simona, DiS.

Department: Department of paramedical rescue work and technical studies

Title of thesis: Options of perfusion examination using computed tomography

Consultant: MUDr. Filip Heidenreich

Number of pages – numbered: 79

Number of pages – unnumbered: 19

Number of appendices: 1

Number of literature items used: 20

Keywords: diagnostics, computed tomography, cerebrovascular stroke, brain, liver, perfusion examination

Summary:

Summary: This Bachelor's Thesis deals with modern imaging technology, in particular with computed tomography. The theoretical part deals with anatomic description and vascular blood supply, which are most often examined through perfusion by computed tomography. The principle of computed tomography function is described. Marginally, other imaging techniques are mentioned through which it is possible to do perfusion examinations. The practical part deals with a case study examination of the chosen information about patients who underwent a perfusion examination at the Clinics of Imaging Methods of the Faculty Hospital of Plzeň.

OBSAH

ÚVOD.....	11
TEORETICKÁ ČÁST	12
1 POPIS VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE.....	12
1.1 Úvod.....	12
1.2 CT parametry	14
1.3 Složení CT přístroje	15
1.4 Kontrastní látky.....	16
1.4.1 Metodický list intravaskulárního podání JKL	16
1.4.2 Zásady intravaskulárního podání JKL.....	17
2 PRAKTICKÉ VYUŽITÍ PERFÚZNÍCH VYŠETŘENÍ.....	19
2.1 Úvod.....	19
2.2 Základní principy perfúzního vyšetření	20
2.3 Perfúzní vyšetření	21
2.3.1 Perfúzní CT jater	21
2.3.2 Nativní a perfúzní CT mozku	22
2.3.3 Perfúzní CT plic	25
3 ANATOMIE	27
3.1 Mozek	27
3.1.1 Anatomický popis.....	27
3.1.2 Cévní zásobení.....	27
3.2 Játra.....	28
3.2.1 Anatomický popis.....	28
3.2.2 Cévní zásobení.....	29
3.3 Plíce	29
3.3.1 Anatomický popis.....	29
3.3.2 Cévní zásobení.....	30
4 OSTATNÍ MOŽNOSTI PERFÚZNÍCH VYŠETŘENÍ.....	31
4.1 Metodiky nukleární medicíny	31
4.2 Metodiky magnetické rezonance	33
PRAKTICKÁ ČÁST	36
5 CÍLE PRÁCE.....	36
6 VÝZKUMNÉ OTÁZKY	36
7 METODIKA	36
8 KAZUISTIKY	37
8.1 KAZUISTIKA 1	37

8.1.1	Základní informace.....	37
8.1.2	Současný stav	37
8.2	KAZUISTIKA 2	44
8.2.1	Základní informace.....	44
8.2.2	Současný stav	44
8.3	KAZUISTIKA 3	52
8.3.1	Základní informace.....	52
8.3.2	Současný stav	52
8.4	KAZUISTIKA 4	64
8.4.1	Základní informace.....	64
8.4.2	Současný stav	64
8.5	Kazuistika 5	74
8.5.1	Základní informace.....	74
8.5.2	Současný stav	74
	DISKUZE	87
	ZÁVĚR.....	89
	LITERATURA A PRAMENY.....	10
	SEZNAM ZKRATEK	12
	SEZNAM TABULEK	14
	SEZNAM OBRÁZKŮ	15
	PŘÍLOHY	17

ÚVOD

Pro svou bakalářskou práci jsem si vybrala téma Možnosti perfúzního zobrazení pomocí výpočetní tomografie.

Smyslem této bakalářské práce je poskytnout informace o postavení moderní zobrazovací metody, jakou je výpočetní tomografie, v diagnostickém zobrazování anatomických struktur.

Práce obsahuje dvě části, teoretickou a praktickou. Cílem mé bakalářské práce v teoretické části je co nejvíce přiblížit a popsat výpočetní tomografii jako zobrazovací metodu, její vznik, složení a využití. Také bych ráda poukázala na proveditelnost perfúzního vyšetření z hlediska rychlosti a dostupnosti této modality. Teoretická část popisuje anatomii mozku a jeho cévního zásobení, polohu a stavbu jater, jejich krevní zásobení. Dále je popsána anatomie a cévní zásobení plic. Především je cílem přiblížit využití perfúzní výpočetní tomografie při jednotlivých onemocněních a poukázat na to, zda tato metoda v dnešní době má své uplatnění.

V praktické části jsou stanoveny dva cíle. Prvním cílem je zaměřením se na využití perfúzní výpočetní tomografie při jednotlivých vyšetřeních. Druhým cílem je ozřejmit nálezy u perfúzních vyšetření. Praktickou část tvoří pět vybraných kazuistik, kde jsou popsány anamnézy a údaje o pacientovi, diagnostiku, léčbu a je obsažena i lékařská obrazová dokumentace. Všichni pacienti byli vyšetřeni ve Fakultní nemocnici v Plzni touto zobrazovací metodou.

TEORETICKÁ ČÁST

1 POPIS VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE

1.1 Úvod

Výpočetní tomografie je v dnešní době jednou z nejrozvinutějších zobrazovacích metod, která využívá ionizující záření. (3)

Velmi rychlý pokrok vede ke stále se zlepšujícímu anatomickému zobrazování. Rychle se rozvíjejí dynamické (zachycení pohybu) aplikace a funkční (metabolické) aplikace. V neposlední řadě dochází ke kombinaci CT s PET vyšetřením v nukleární medicíně, nazývaným hybridní systém, které spojí informace funkční a strukturální. (6)

Základ CT metody položil roku 1963 Allan MacLeod Cormack. Na těchto jeho základech roku 1972 fyzik Godfrey Newbold Hounsfield zkonstruoval první klinicky použitelný výpočetní tomograf. V roce 1979 obdrželi oba Nobelovu cenu za medicínu. V roce 1987 vzniká revoluční objev slip-ring technologie s následným vznikem helikálního neboli spirálového CT. (3)

Výpočetní tomografie prodělala několik generačních pokroků. Skenery první generace užívaly pohybu rentgenky a jednoho detektoru, kdy jeden sken trval několik minut. Druhá generace CT přístrojů používala 10-50 detektorů, skenovací doba trvala 10 – 20 sekund. Dnes nejvíce používané přístroje třetí generace mají 300 – 600 detektorů a skenovací čas trvá jen 1 – 4 vteřiny. (7)

Tvorba CT obrazu se skládá ze tří fází. Skenovací fáze, která sbírá data podle námi zvolených parametrů, rekonstrukční fáze potom zpracuje data, jež získáme a vytvoří digitální obraz. V průběhu fáze konverze se z digitálního obrazu vytváří analogový obraz. (3)

Princip výpočetní tomografie spočívá v měření absorpce RTG záření tkáněmi lidského těla, kde se použije hodně projekcí a poté se obraz počítačově zpracuje. Svazek záření se zeslabí, když projde vyšetřovaným objektem a sada detektorů přemění prošlé RT záření na elektrický signál, který se poté digitalizuje a následně zpracuje. Detektory s rentgenkou dělají synchronní pohyb kolem pacienta tak, že rentgenka je vždy na protilehlé straně oproti detektorům. Obraz je většinou tvořen maticí 2x512 bodů. Při

jednom oběhu o 360 stupňů systém získá až 700 měření absorpce objektu ze všech úhlů.
(6,18)

Denzitou rozumíme stupeň zeslabení v určitých místech objektu, jednotkou jsou Hounsfieldovy jednotky (HU). Na této stupnici jsou definovány 2 pevné body, -1000 HU je absorpce vzduchu a 0 HU odpovídá absorpci vody. Měkké tkáně většinou mají denzity v malém rozmezí, s výjimkou tkáně tukové, která má hodnotu asi -100 HU. Lidské oko nerozliší více jak 30 odstínů šedi, CT však rozliší denzitu až 4000 HU. Rozsah stupňů šedi se zúžuje CT oknem, střed okna se nastavuje dle tkání, které chceme zobrazit. Střed okna by měl odpovídat středu zájmu vyšetřované oblasti. (3)

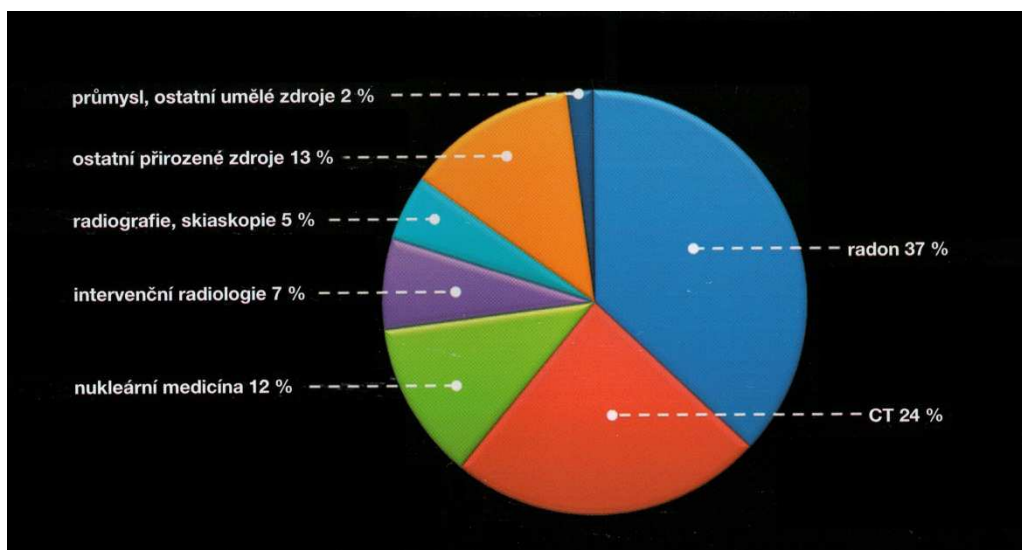
CT přístroje lze kategorizovat na helikální (spirální) a multidetektorové (MDCT). Při užití spirálního CT se během krátké doby získá velké množství informací a pomocí rekonstrukcí se vytvoří jakýkoliv počet skenů. Je třeba však použít větší dávku záření, než u konvenčního CT. Spirálním CT lze zobrazit velkou část těla, doba vyšetření trvá cca 10 minut. Výhodou multidetektorových CT přístrojů je podstatné zkrácení vyšetřovacího času, lepší rozlišení, nižší tloušťka vrstvy, méně pohybových artefaktů, rychleji se sbírající datové informace, či možnost aplikovat menší množství kontrastní látky. (6)

Tabulka 1: Hounsfieldova stupnice

Materiál (tkáň)	Hounsfieldova jednotka
Vzduch	-1000
Plicní parenchym	-500 až -200
Tuk	-200 až -50
Voda	0
Krev	25
Svaly	25 až 40
Čerstvý hematom	35 až 40
Starší hematom	65 až 80
Kosti	200 až 1000
Kovové endoprotézy a jiné kovové předměty	nad 1000

Zdroj: (7)

Obrázek 1: Podíl zdrojů ozáření na kolektivní dávce



Zdroj: (3)

1.2 CT parametry

Nastavením primárních parametrů se ovlivňují hrubá data a kvalita zrekonstruovaného obrazu.(3)

Primární obrazové parametry:

- Expozice (napětí, proud) – nastavení kV a mAs ovlivní kvalitu obrazu. Hodnoty proudu se nastavují v rozmezí 250 – 400 mAs, hodnoty napětí v rozmezí 120 – 140 kV.
- Kolimace – udává šířku detektorové soustavy ozářené X zářením v ose Z, ovlivňuje prostorové rozlišení a rychlost vyšetření. Čím menší je oblast zájmu, tím menší je kolimace.
- Faktor stoupání (Pitch) – pouze u spirálního vyšetření. Udává posun stolu během jedné otáčky. Běžně používané hodnoty jsou 0,3 – 1,5. Šíře vrstvy je daná vymezením svazku záření.
- Perioda rotace – doba jedné otáčky. Nižší hodnota znamená zrychlení vyšetření, tedy méně pohybových artefaktů a snížení radiační dávky. Vyšší hodnota periody rotace představuje vyšší kvalitu obrazu, ale zároveň vyšší dávku. Je třeba před vyšetřením pečlivě zvážit, jakou zvolit rychlost, kvalitu a radiační zátěž. (3)

Sekundární, obrazové parametry:

- Překrytí vrstev (increment) – udává vzdálenost mezi dvěma axiálními vrstvami (o kolik se obrazy překrývají). Závisí na něm kvalita rekonstrukcí, přímo úměrně ovlivní rozlišení v ose Z. Čím větší je šíře řezu, tím větší překrytí bude. Má význam u objemových vyšetření.
- Kernel (rekonstrukční algoritmus) – určuje vztah mezi šumem v obraze a prostorovým rozlišením, potlačí či zvýrazní přechod mezi denzitním rozhraním.
- FOV (field of view) - udává geometrické rozlišení. Většinou odpovídá velikosti vyšetřované oblasti, někdy se využije jen výřez. Při zvolení velkého skenovacího prostoru se zvětší velikost pixelu a sníží se rozlišovací schopnost.
- Matice – velikost pole pixelů obrazu, většinou 2 x 512.

I přes neustálé vylepšování a zavádění nových technik je výpočetní tomografie významným zdrojem lékařského ozáření naší populace. Každý obdržený 1 Sv zvýší riziko úmrtí na malignitu o 25 %. (7)

1.3 Složení CT přístroje

CT přístroje se sestávají z generátoru VN, lůžka pro pacienty (polohovací), které zajíždí do gantry o průměru 50-80 cm. Uvnitř gantry se nachází rentgenka s detektory, kolimační systém a pohonné ústrojí. V ovládací místnosti je umístěna ovládací konzole, workstation (pracovní stanice) a ovládací část injektoru pro kontrastní látky. (3)

Obrázek 2: CT přístroj



Zdroj: http://radiologieplzen.eu/wp-content/uploads/100_55171.jpg

1.4 Kontrastní látky

1.4.1 Metodický list intravaskulárního podání JKL

Kontrastní látky slouží k zobrazení orgánů a jednotlivých anatomických struktur. Nejčastěji jsou vstříkovány do krevního proudu, někdy se podávají rovnou do tkáně. (5)

V dnešní době se nejvíce používají pozitivní kontrastní látky obsahující jód. Jodové kontrastní látky dělíme na *vysokoosmolální* (7x vyšší osmolalita oproti krvi), *nízkoosmolální* (2x vyšší osmolalita) a *isoosmolální*. (8)

Podání kontrastní látky může u pacienta vyvolat nežádoucí reakci, *alergoidní* či *chemotoxickou* (kardiotoxickou, nefrotoxickou – kontrastní nefropatii a další). Riziko vzniku nežádoucích reakcí zvyšuje předchozí reakce na kontrastní látku, renální insuficience, diabetes mellitus, hypertyreóza, mnohočetný myelom, astma bronchiale, plicní a kardiální onemocnění a vysoký věk pacienta. (5)

Typy nežádoucích reakcí:

1. Akutní reakce na JKL – vzniká náhle, liší se intenzitou příznaků a jejich subjektivním vnímáním. Pokud jsou příznaky málo významné, vyžaduje se jen zvýšený dohled lékaře. Při vyšší intenzitě je nutná okamžitá léčebná intervence, u závažných stavů i kardiopulmonální resuscitace. (11)

Alergická reakce může vzniknout nezávisle na množství podané látky a její přesná příčina není známa, dochází k uvolnění serotoninu a histaminu. Reakce mírného stupně se projeví lehkým poklesem tlaku, urtikou a bronchospasmem. U těžké alergické reakce může dojít až ke křečím, edému plic, hypotenzi, tachykardii. (5, 11)

Chemotoxická reakce přímo ovlivní určitý orgán. Patří sem kardiotoxicita, kontrastní nefropatie, a jiné. Hlavními projevy jsou nauzea, pocity horka a zvracení. (11)

2. Pozdní reakce na JKL – vznikají více jak jednu hodinu po podání kontrastní látky. Predispozici k jejich vzniku mají pacienti, kteří měli předchozí reakci na KL. Výskyt je vzácný. (11)

1.4.2 Zásady intravaskulárního podání JKL

Kontrastní látky je možné podávat jen na pracovištích, která jsou zabezpečena prostředky pro KPR a pro léčbu nežádoucích reakcí. Za premedikaci rizikových pacientů odpovídá lékař. Pokud má pacient porušeny renální funkce, musí být na žádance uvedena hodnota kreatininu v séru. (5)

Vysokoosmolální JKL můžeme podat pacientům ve věku 15 – 70 let, kteří mají normální funkci ledvin a nemají alergickou anamnézu. Nízkoosmolální JKL podáváme u dětí do 15 let, u lidí starších 70 let, při alergii či astma bronchiale v anamnéze, při předchozí reakci na KL, při poruše renálních funkcí, akutní CMP, DM, či mnohočetného myelomu. Jako premedikaci rizikových pacientů můžeme podat Prednison tbl. 40 mg. (5, 11)

Relativní kontraindikace pro podání KL jsou těžké poruchy jater a ledvin, mnohočetný myelom, reakce na předchozí podání KL, léčba a vyšetření radioaktivními izotopy jódu. (5)

Kontrastní nefropatie je akutní zhoršení funkcí ledvin, které vzniknou po podání JKL, kde byla vyloučena jiná příčina. Rizikové stavy kontrastní nefropatie jsou kardiální

dekompenzace, dehydratace, DM, užívání nefrotoxických léků a větší množství kontrastních vyšetření. (5)

2 PRAKTICKÉ VYUŽITÍ PERFÚZNÍCH VYŠETŘENÍ

2.1 Úvod

První zobrazení perfúze začíná roku 1980, kdy se měřil průtok krve mozkem rychlým dynamickým sériovým skenováním během jednoho oběhu kontrastní látky. Největší rozvoj však perfúzní CT (PCT) zaznamenává až po roce 2000. Prvním vyšetřením byla perfúze mozkové tkáně u ischemické CMP. Tuto metodu zobrazení nejčastěji používáme při diagnostice mozkové ischemie, ale i hodnocení perfúze myokardu či u perfúze nádorů. (3)

Perfúzní zobrazení lze provést několika způsoby. Nejstarší využití je v nukleární medicíně, kdy se aplikuje radiofarmakum do cévního řečiště. Perfúze se zde může vyjádřit při srovnání aktivity v oblasti zájmu a oblasti referenční. Aktivita se snímá pomocí SPECT (jednofotonové emisní výpočetní tomografie), nebo PET (pozitronové emisní tomografie). Dnes se převážně používají metody radiodiagnostické, jako CT, MR, či kontrastní ultrasonografie (CEUS). Tyto metody dávají mnohem kvalitnější anatomickou informaci. Jsou založené na stanovení křivky sytící se tkáně, z které lze odvodit hodnoty farmakokinetických parametrů. Ty se mohou vyjádřit pomocí barevných map. PCT je v zobrazení perfúze jednou z nejrozšířenějších radiologických metod. Jediná nevýhoda je vysoká radiační zátěž pro pacienta. Naproti tomu u perfúzní MR a CEUS není problém radiační zátěže, ale vyšetření jsou obtížnější a náchylné k artefaktům. (8,17)

Termín perfúze neznámá totéž, co průtok krve. Ten se definuje jako celkový krevní objem, který proteče určitou oblastí za jednotku času. Udává se v ml/min. Perfúze je objem krve, jež proteče jen mikrocirkulací určité oblasti a udáváme jí v ml/min. Změna průtoku se může, ale nemusí projevit změnou perfúze. S pomocí PCT lze stanovit parametry, které vypovídají o průtoku krve i perfúzi. (6, 8)

U nádorových onemocnění PCT dává informace o stavu vaskularizace tkáně nádoru, která souvisí hypoxií nádoru a změnou, kterou vyvolá. PCT při hodnocení mikrovaskularizace vychází z toho, že změny uvnitř nádorové tkáně korelují se změnou perfúzních parametrů. PCT lze použít při posouzení účinku léčby nádorů. (7)

2.2 Základní principy perfúzního vyšetření

Tato metoda hodnotí změny denzity tkáně po intravenózní aplikaci kontrastní látky. Nehodnotí jen viditelné cévy, ale denzitu tkáně s mikrocévy, které jsou při CT neviditelné. Oproti jiným zobrazovacím metodám má CT tu výhodu, že zná přímo úměrný vztah mezi denzitou dané tkáně a koncentrací jódu, což usnadní kvantifikovat parametry perfúze. Základ pro výpočet parametrů perfúze jsou křivky sycení voxelů dané tkáně a velkých cév v čase. (6)

Výstupem PCT jsou barevné mapy a absolutní nebo relativní hodnoty parametrů perfúze. Mapy usnadní vyhledat lokální poruchy prokrvení. Vyšší hodnoty mají žlutou až červenou barvu, nižší pak modrou a fialovou barvu. (6)

Vyšetřovací protokol je závislý na technických parametrech CT přístroje a na účelu určitého vyšetření.

Parametry perfúze:

- Objem krve (blood volume, BV) – objem protékající krve
- Průtok (blood flow, BF) – průtok krve vyšetřovanou tkání
- Střední tranzitní čas (mean transit time, MTT) – perfúzní tlak a rychlost cirkulace
- Čas do maxima (time to peak, TTP) – ukazuje rychlost oběhu

Perfúzní vyšetření opakuje skenování několik sekund a proto má vyšší radiační zátěž, než klasické CT. Musí se proto jeho indikace dobře zvážit a dbát na optimalizaci skenovacích parametrů. Pro mladé pacienty by se měla být zvolena alternativní metoda vyšetření. Snížit radiační zátěž lze při použití co nejmenší oblasti zájmu, prodlouží-li se interval skenování a nastaví-li se vhodné parametry. Toto vyšetření nelze provést u lézí menších než 1 cm. (8,19)

Příprava na vyšetření je stejná jako na klasické CT vyšetření s kontrastní látkou. Důležitou roli hraje spolupráce pacienta s laborantem. Přesnost a kvalitu perfúzního vyšetření ovlivní kontrastní bolus. Podá se malé množství KL (30 ml) velkou rychlostí (9 ml/s). (7)

2.3 Perfúzní vyšetření

2.3.1 Perfúzní CT jater

V oblasti jater má PCT důležitou roli jak v diagnostice, tak při hodnocení efektu léčby maligních nádorů, lze ji využít v diagnostice chronických hepatopatií. Umožňuje kvantifikovat nejen celkovou perfúzi, ale hlavně odlišit portální a arteriální složku. Kvantifikace perfúzních parametrů vychází z měření změn tkáňové denzity při prvním oběhu malého množství rychle podané kontrastní látky a zároveň jejího porovnání s denzitou sleziny a cév. Perfúzní vyšetření umožní hodnotit průtok cévami i výměnu s extravaskulárním prostorem. Ještě nedávno se dal hodnotit jen malý objem tkáně, ale zavedením multidetektorových přístrojů, které umí vyšetřit perfúzi celého orgánu (objemové perfúzní CT), bylo toto omezení odstraněno. V játrech jsou důležité arteriální a portální zásobením, které se vyjadřují parametry arteriální a portální perfúze. K tomuto účelu se využívá denzita parenchymu sleziny. Moment tohoto maximálního nasycení určí hranici mezi výpočtem portální a arteriální složky. Nepřesnost při hodnocení může ztížit pohyb jater. Dnešní software ale umožní pohyb jater korigovat a srovnat řezy ve všech cyklech. Proto by měl být pacient při vyšetření v klidu a volně dýchat, neměl by zadržovat dech. (13,12)

PCT jater, jakožto dynamické vyšetření, představuje až 10x vyšší radiační dávku, než klasické CT. Snížením expozičních parametrů nebo počtu skenovacích cyklů lze dávku redukovat. (13)

Pojmy:

- Portální perfúze (portal vein liver perfusion – PVP) – průtok portálním řečištěm.
- Arteriální perfúze (arterial liver perfusion – ALP) – průtok arteriálním řečištěm.
- Jaterní perfúzní index (hepatic perfusion index – HPI) – podíl arteriální perfúze na celkové jaterní perfúzi.

Hlavním podkladem perfúzních změn u nádorů je angiogeneze, kde hlavní projev je zvýšené arteriální zásobením. PCT spolehlivě odliší hepatocelulární karcinom od normálního či cirhotického parenchymu na základě zvýšení arteriální perfúze, snížení portální perfúze a zkrácení tranzitního času. PCT umí detekovat nádor v době, kdy ještě nejsou zřejmé morfologické změny, proto je velkým přínosem i při plánování biopsie nádoru. Maligní nádory nejčastěji metastazují do jater. Detekce těchto metastáz je důležitá pro staging

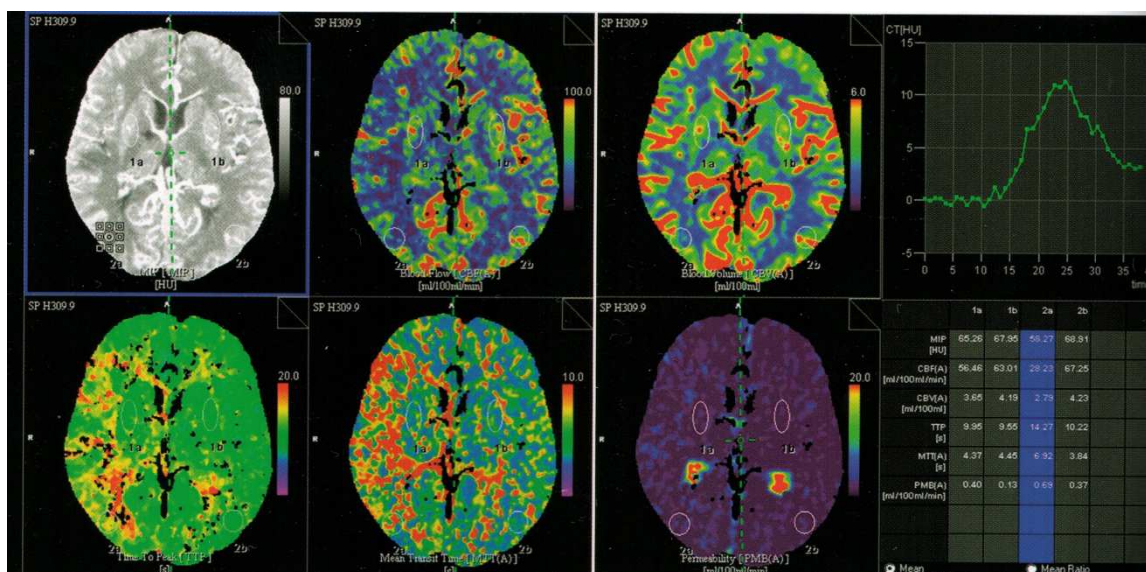
onemocnění a pro plánování radioterapie. PCT má největší přínos u metastáz kolorektálního karcinomu, kde je prokázáno, jako u hepatocelulárního karcinomu, snížení portální perfúze, zvýšení arteriální perfúze a jaterního perfúzního indexu. Při detekci metastáz u srovnávání přesnosti klasického CT a PCT bylo prokázáno zvýšení senzitivity CT ze 78,4 na 89,2 %. PCT je schopna prokázat i mikrometastázy, které nejdou jiným způsobem zobrazit. PCT je metoda hodnotící efekt lokální a celkové terapie jaterních nádorů. Pomocí PCT lze také kontrolovat efekt embolizace portální žíly, kdy v embolizované části dojde ke zvýšení arteriální perfúze a snížení portální perfúze. PCT lze využít i v situacích, kdy se posuzují a časně detekují odchylky perfúze jater. Tím může být stav po transplantaci nebo stav po vytvoření portosystémového zkratu. (8, 13)

2.3.2 Nativní a perfúzní CT mozku

Nativní CT vyšetření mozku se provádí bez podání kontrastní látky. Je to nejlevnější a nejdostupnější zobrazovací metoda, výhoda spočívá v rychlosti a dostupnosti. K hlavním indikacím tohoto vyšetření patří diagnostika cévních mozkových příhod, traumat, podezření na subarachnoideální krvácení, trombóza splavů a lze vyloučit krvácení. U akutního stavu by se CT vyšetření mělo provést co nejdříve a v případě subarachnoideálního krvácení do 12 hodin od vzniku obtíží. Příprava pacienta není nutná. Nejdříve laborant provede topogram, což je prostý snímek, kde se stanoví orientace a rozsah vyšetření. Tento rozsah je od foramen magnum po vertex. Rekonstrukce obrazu se provede v koronární a sagitální rovině, šíře vrstev je asi 5 mm. Je také možno provést snímky cílené a to na oblast orbit, vnitřní zvukovod a sellu turcicu. Nativní CT lze provést u traumat hlavy, a to z důvodu, že na RTG snímku se nemusí dobře zobrazit všechna traumata skeletu lebky.(8)

Perfúzní vyšetření se provádí ihned po nativním. Jedná se o funkční vyšetření mozkové tkáně, informuje o rozložení kontrastní látky v mozku. Výsledek tohoto vyšetření se hodnotí podle již zmíněných barevných map, na kterých se hodnotí prokrvení mozkové tkáně. Po perfúzním vyšetření téměř vždy následuje CT AG tepen krku a hlavy v rámci multimodálního CT mozku, pokud se jedná o podezření na CMP. PCT mozku představuje až 10x vyšší radiační zátěž, než klasické CT. (8)

Obrázek 3: Perfúzní zobrazení mozku s náhle vzniklou ischemií



Zdroj: (3)

Pacient by měl být nalačno a měla by mu být pečlivě odebrána alergologická anamnéza. Při vyšetření pacient leží na zádech, hlavou do gantry. Zhotoví se topogram, plánovací sken. Je nutno zvolit zobrazovanou oblast tak, aby na jedné úrovni byla oblast insuly a bazálních ganglií a na druhé úrovni cella media postranních komor. Zaměřuje se hlavně na oblast zájmu, která je patrna z nativního CT. Současně s vyšetřením je pomocí tlakového injektoru pacientovi aplikována kontrastní látka. (6)

Toto vyšetření je vhodné hlavně u pacientů s minimálními klinickými příznaky, kdy lze onemocnění řešit dříve, než se dostane do závažného stádia. (8)

Cévní mozková příhoda (CMP, iktus, mozková mrtvice) je náhle vzniklá porucha prokrvení mozkové tkáně. Podle jejího vzniku se rozlišuje na ischemickou (uzávěr mozkové tepny) a hemoragickou (krvácení z mozkové cévy). CMP je akutní stav, který ihned vyžaduje lékařskou pomoc. Záchrana řeči a pohyblivosti pacienta je podmíněna rozpoznáním příznaků a rychlým přesunem do specializovaného centra s iktovou jednotkou. Během jedné minuty odumře miliony buněk, a proto je nesmírně důležitý čas. Pokud se krevní sraženinu podaří rozpustit do 60 minut, pacient má až 70 % naději na uzdravení. Rizikové faktory pro vznik CMP je vysoký krevní tlak, cukrovka, vysoká hladina cholesterolu a kouření. Nejčastější je ischemická CMP, která vznikne na základě trombózy či embolie. Pacient s ICMP může mít poruchy hybnosti, motorické a sensorické poruchy, nekoordinované pohyby, může nastat až bezvědomí. Hemoragická CMP vzniká

většinou na podkladě vysokého krevního tlaku. Následky jsou závažnější a postižení bývá větší. V dutině lebeční se výronem krve zvýší nitrolební tlak, může dojít k otoku mozku, oslabení srdce a tím i ke smrti pacienta. (14,20).

Indikace k perfúznímu CT mozku:

- CMP – od prvního příznaku je třeba provést vyšetření do 6 hodin
- Grading TU mozku – posuzujeme, jaký má léčba efekt
- 4D zobrazení cévního systému
- Prevence CMP

Tabulka 2: Limitované perfúzní zobrazení mozku

Vyšetření	
Rozsah	střed – úroveň bazálních ganglií
Napětí/referenční kvalita proudu	80 kV/270 mAs
kolimace/počet vrstev	5 mm/2 – 4
Počet cyklů	20 – 30
Perioda	1 s
Rekonstrukční algoritmus	pro perfúzní zobrazení
Aplikace kontrastní látky	intravenózní, 30 ml, 5 – 6 ml/s
Hodnocení	
Šíře vrstvy	5 – 12 mm
Okénko	barevná stupnice perfúze
Roviny MPR	nemá uplatnění
MIP/minIP	vrstvy 5 – 10 mm
VRT rekonstrukce	nemá uplatnění
Další postprocessing	perfúzní analýza
Dokumentace nálezu	perfúzní mapy

Zdroj: (3)

Tabulka 3: Objemové perfúzní zobrazení mozku

Vyšetření	
Rozsah	objem mozku
Napětí/referenční kvalita proudu	100 kV/150 mAs
kolimace/faktor stoupání	< 1,2 mm/1,5
Počet cyklů	20 – 30
Perioda	1 – 1,5 s
Šíře vrstvy/increment	< 1,5 mm/< 0,75; 5 mm
Rekonstrukční algoritmus	pro CTA – potlačení rozhraní
Aplikace kontrastní látky	intravenózní, 30 ml, 5 – 6 ml/s
Hodnocení	
Šíře vrstvy	5 – 12 mm
Okénko	barevná stupnice perfúze
Roviny MPR	koronární, sagitální
MIP/minIP	vrstvy 5 – 10 mm
VRT rekonstrukce	stínované
Další postprocessing	perfúzní analýza, 4D VRT
Dokumentace nálezu	perfúzní mapy, VRT

Zdroj: (3)

Tabulka 4: Příklady dávek při vybraných perfúzních vyšetřeních

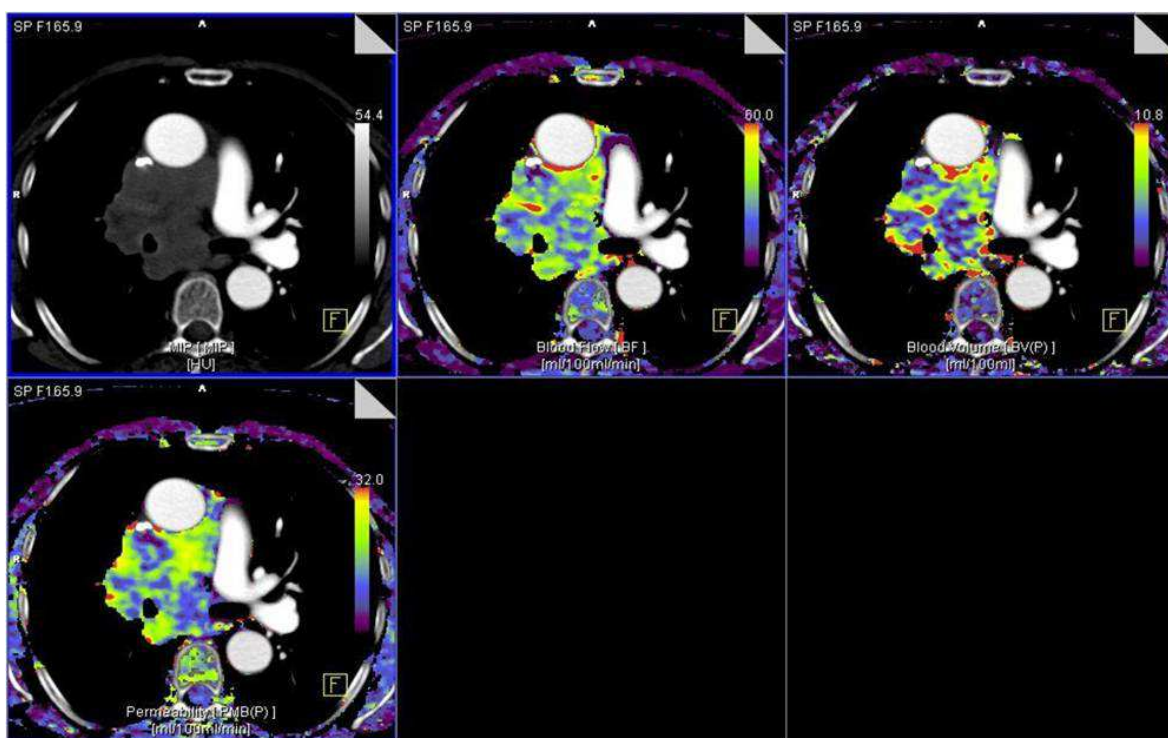
Oblast těla	Expozice [kV/mAs]	Rozsah [cm]	Celkový čas [s]	CTDI _{vol} [mGy]	DLP [mGy · cm]	E [mSv]
mozek (limitovaná)	80/250	1,8	40	400	1152	2,4
mozek (objemová)	80/180	15	60	372	5777	12,1
krk	80/120	10	45	62	732	4,3
hrudník	80/120	10	45	62	732	10,2
břicho	100/120	15	45	198	3060	45,9

Zdroj: (3)

2.3.3 Perfúzní CT plic

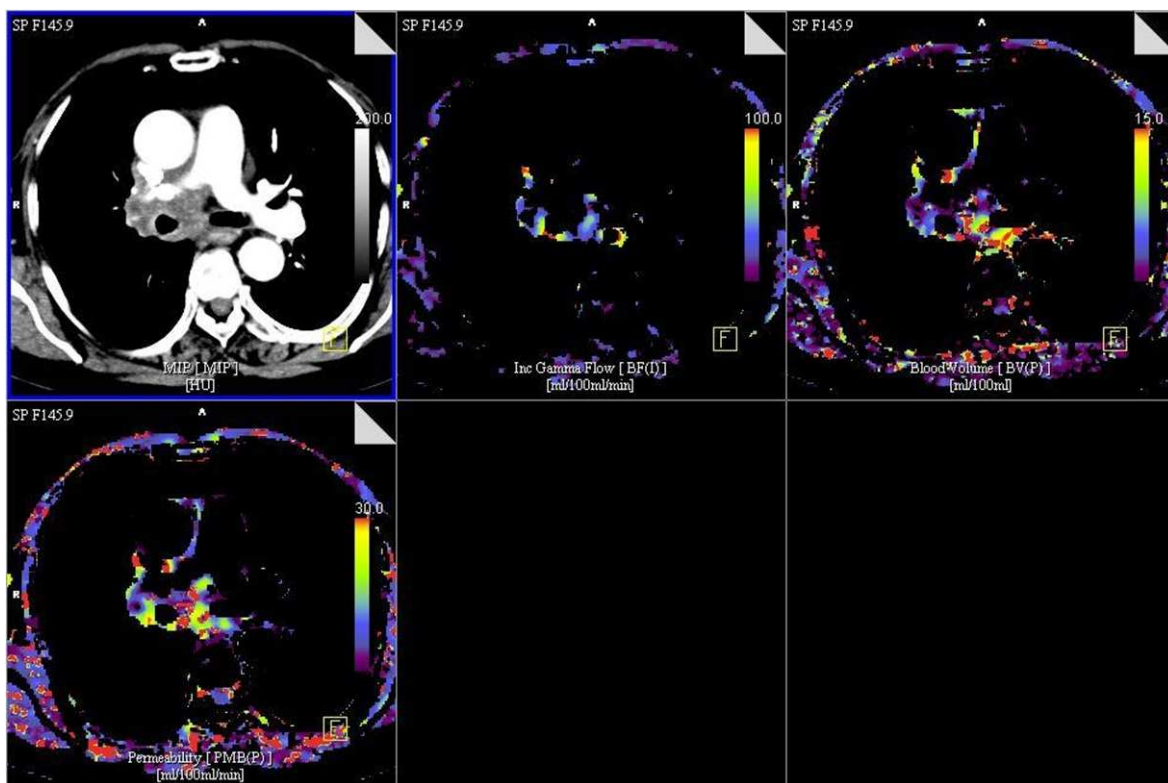
Příklad nemocného s rozsáhlým adenokarcinomem pravé plíce – mediastinální forma. Po podání první série chemoterapie provedeno perfúzní vyšetření, poté proběhlo ozáření a 3 cykly chemoterapie, poté ještě doozáření. Došlo k významnému zmenšení tumoru – na perfúzním vyšetření je však patrné prokrvení reprezentující viabilitu tumoru. Toto vyšetření se na klinice moc nevyužívá, je zde uvedeno jako zajímavý příklad.

Obrázek 4: Perfúze plic po první sérii chemoterapie



Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 5: Kontrolní perfúze plic po ozáření



Zdroj: FN Plzeň

3 ANATOMIE

3.1 Mozek

3.1.1 Anatomický popis

Mozek (cerebrum) se skládá z mozkového kmene (truncus encephali), mozečku (cerebellum), středního mozku (mesencephalon), mezimozku (diencephalon) a koncového mozku (telencephalon). (1)

Mozkový kmen obsahuje prodlouženou míchu (medulla oblongata), Varolův most (pons Varoli) a střední mozek (mesencephalon). Prodloužená mícha představuje pokračování ze hřbetní míchy, postupuje v ní i centrální míšňový kanál, jenž zde vyúsťuje do IV. mozkové komory. Přední strana oblongaty se dělí na pyramides medullae oblongate, fissura mediana anterior. Po stranách oblongaty se nachází oliva. (10)

Mozeček (cerebellum) se nachází v zadní jámě lebeční. Na mozečku najdeme mozečkový červ (vermis cerebelli) a dvě mozečkové hemisféry (hemispheria cerebelli). (1)

Střední mozek (mesencephalon) zprostředkovává důležité reflexy a jeho dráhy vedou signál z míchy do mozkové kůry a mozečku. Z bazálních ganglií a mozkové kůry do mozečku vedou vzruchy. (1)

Mezimozek (diencephalon) nasedá na konec mozkového kmene. Tvoří ho struktury u třetí mozkové komory. Mezimozek tvoří thalamus, hypothalamus, metathalamus, epithalamus a subthalamus. (1)

Koncový mozek (telencephalon) je nejrozsáhlejším oddílem CNS a má tři oddíly, mozkovou kůru, bazální ganglia a limbický systém. Mozková kůra se skládá z čelního laloku, temenního laloku, spánkového laloku, týlního laloku a insuly. Uvnitř koncového mozku je bílá a šedá hmota, které společně tvoří bazální ganglia. (10, 1)

3.1.2 Cévní zásobení

Přívod krve do mozku, správná funkce a jeho výživa, jsou důležité pro činnost centrálního nervového systému (CNS). Mozková tkáň je citlivá na přísun kyslíku i na poruchu zásobení tepen, proto po snížení krevního průtoku či zástavě krevního oběhu nastane bezvědomí i do 10 sekund a dojde k odumření neuronů. (1)

Hlavní zdroj cév pro mozek jsou levá a pravá a. vertebralis a levá a pravá a. carotis interna. Ty, společně s jinými cévami, tvoří Willisův tepenný okruh. Vertebrální arterie se ve svém průběhu na konci mozkového kmene spojují v a. basilaris. Z Willisova okruhu vystupují trojí mozkové tepny, které mozek vyživují. Jsou jimi a. cerebialis anterior, a. cerebialis media a a. cerebialis posterior. Nazýváme je korové tepny. Mezi čtyři důležité faktory při průtoku krve mozkem řadíme intrakraniální tlak, vazkost krve, tepenný a žilní tlak, vazokonstrikci s vazodilataci. (1, 10)

3.2 Játra

3.2.1 Anatomický popis

Játra (hepar) jsou největší a nejtěžší vnitřní orgán a zároveň orgánem, kde probíhá látková výměna. Hrají klíčovou roli při metabolismu tuků, bílkovin a sacharidů. Játra jako exokrinní žláza produkují žluč, která odtud putuje do žlučníku, kde se shromažďuje. V játrech se tvoří i některé hormony a jsou sídlem krvetvorby v embryonálním životě. Důležitou roli hrají játra i při detoxikaci organismu. (2)

Játra jsou uložena pod pravou klenbou brániční, přes epigastrium přesahují doleva. Jejich hmotnost se pohybuje kolem 1 až 2,5 kg. Fyziologicky mají červenohnědou barvu. Hmota jater křehká, měkká a poddajná, proto při nárazech či otřesech snadno dojde k natržení tkáně, může dojít až k životu ohrožujícímu krvácení. Povrch jater tvoří vazivová vrstva (tunica fibrosa), je kryt viscerálním peritoneem. Pravý lalok jater se dotýká ledviny, nadledviny a duodena. Levý lalok je v kontaktu se žaludkem a jícnem. (2, 10)

Základní jaterní strukturu tvoří lobulus, neboli jaterní lalůček. U dospělého člověka lze najít 50 000 - 100 000 lalůčků. Lobulus tvoří hepatocelulární destičky a každá z nich je tvořena ze dvou vrstev hepatocytů. Hepatocyty jsou jaterní buňky, které tvoří jaterní parenchym a tvoří 60 % jeho objemu. Játra se skládají z buněčných trámců a plátů, které se navzájem proplétají. Další pól jaterní buňky je žlučový, kde kapiláry vytváří kanálky, kam hepatocyty vylučují žluč. Játra mají hluboký a povrchový lymfatický systém, přičemž povrchový tvoří kapiláry pod jaterním pouzdrém. Odtud lymfa odtéká podél jaterních žil do zadního mediastina a do hrudního mízovodu. Hluboký lymfatický systém odvádí lymfu z jaterního lalůčku do hilu jater a do lymfatických uzlin hepatoduodenálního ligamenta. (2)

Při selhání všech funkcí jater dojde ke stavu, který ohrožuje život, jediným léčebným řešením je jejich transplantace. (10)

3.2.2 Cévní zásobení

Krevní oběh v játrech uplatňuje 2 složky. Nutritivní (a. hepatica propria) a funkční (v. portae). Vrátnicová žíla se sbírá se z kapilárního řečiště a transportuje krev se živinami ze střev do jater. Jaterní tepna přivede do jater jen jednu pětinu objemu krve, zásobuje játra arteriální krví. Hlavní význam u jaterního zásobení má žíla portální, která přivede do jater až 80 % celkového množství krve. Vrátnicová žíla přivádí do jater krev ze žaludku, žlučníku, slinivky, sleziny, tlustého a tenkého střeva. Z jater krev putuje jaterními žilami do dolní duté žíly a odtud do pravé komory srdeční. Jaterní vývod společně se žlučovým vývodem ze žlučníku vytvoří žlučový vývod, který směřuje do dvanáctníku. (2)

3.3 Plíce

3.3.1 Anatomický popis

Plíce (pulmones) jsou párový orgán v hrudním koši. Probíhá v nich výměna plynů mezi atmosférickým vzduchem a krví. Každá plíce má tvar kužele, dělí se na plicní laloky (lobi pulmonis). Pravá plíce má tři laloky (horní, střední a dolní), levá plíce pouze dva (horní a dolní) a je menší. Barva plic je u novorozence růžová, postupem času jsou šedé až šedočerné. Tato změna je způsobena vdechováním částic prachu. Plíce jsou měkké a pružné, jejich hmotnost je závislá na prokrvení, na množství tekutiny ve vazivu a na objemu vdechnutého vzduchu. Průměrná hmotnost plic je u ženy asi 650 g a u muže asi 780 g. Mezi plícemi je středohrudí (mediastinum), kde je uloženo srdce a nacházejí se zde nervy, cévy a jícn. Povrch obou plic kryje plicní blána, pleura visceralis (pulmonalis), pravou a levou pleurální dutinu vystýlá pohrudnice, pleura parietalis. Plicní brankou ústí do plíce plicní cévy, plicní tepna, mízní cévy, nervy a průduška, která se postupně větví (u člověka 25krát). Nejmenší části, průdušinky, už patří k dýchacímu oddílu plic, stejně jako plicní sklípky (alveoly), což jsou váčky, v nichž dochází ke vstřebávání dýchacích plynů. V obou plících je více než 300 milionů plicních sklípků. Všechny prostory plic jsou vyplněny vazivem zvaným plicní intersticiem, společně s bronchy zde procházejí nervy, cévy a mízní cévy. (2)

Spolu s jinými orgány tvoří plíce funkční jednotku, jejíž funkce jsou plicní cirkulace- filtruje krev v celém těle, plicní parenchym zásobuje kyslíkem, podporuje metabolické procesy. Dále plicní ventilace (výměn plynů), látková přeměna- tuků, bílkovin, uhlovodanů a úloha při pohybu tekutin. (10)

3.3.2 Cévní zásobení

V plicích rozeznáváme dva plicní oběhy. První, funkční (malý) krevní oběh – neokysličená krev z celého těla je přes pravou srdeční síň přiváděna do pravé srdeční komory a odtud jde plicní tepnou do plic, kde se tepna dělí na menší tepny, tepénky a vlásečnice, ve kterých dochází k přestupu oxidu uhličitého z krve do plicních sklípků. Opačným směrem se transportuje kyslík z vdechovaného vzduchu. Druhý oběh, nutritivní, je tvořen tepnami a žilami, přivádí do plic okysličenou krev, která je vyživuje. (2)

4 OSTATNÍ MOŽNOSTI PERFÚZNÍCH VYŠETŘENÍ

4.1 Metodiky nukleární medicíny

Mezi nejčastější vyšetření v nukleární medicíně patří perfúzní scintigrafie plic. Je to přínosná a stále aktuální diagnostická metoda. Jednou z nejčastějších indikací scintigrafie plicní perfúze je diagnostika embolizace do a. pulmonalis. Mezi další indikace lze zařadit rozlišení primární a sekundární plicní hypertenze, diagnostiku pravolevého srdečního zkratu a kontrolu plicních funkcí před operačními výkony. Plicní perfúze se provádí radiofarmakem ^{99m}Tc – makroagregát lidského albuminu (^{99m}Tc -MAA). U dospělých se podává aktivita 40 – 180 MBq. Vyšetření plicní perfúze je bezpečné, nevyskytují se závažné komplikace, nemá kontraindikace a pacient se může vyšetřit bez přípravy. V případě gravidních žen se aplikuje minimální dávka a při laktaci je nutno přerušit kojení na dobu 12 – 24 hodin. Radiofarmakum se aplikuje pacientovi ležícímu na zádech z důvodu omezení vlivu gravitace na jeho distribuci. Scintigrafický obraz se může provést ihned po podání radiofarmaka. Plíce se zobrazí statickými scintigrafy ve čtyřech až šesti základních projekcích (přední, zadní a šikmé projekce). Při popisu perfúze se hodnotí rozložení radiofarmaka v plicním parenchymu, postavení plicních bazí a velikost srdečního stínu. Při pozitivním nálezu plicní embolie se popisují výpadky perfúze jedno či oboustranně. Výpadek může postihnout plicní křídlo, plicní lalok i několik segmentů, k posouzení je vhodné nález kontrolovat s RTG plic a hladinou D-dimerů. (4)

Další častou metodou v nukleární medicíně je perfúzní scintigrafie myokardu. Jedná se o minimálně invazivní vyšetření, informuje o prokrvení myokardu levé komory srdeční v momentu vpravení radiofarmaka do žíly. Perfúzní scintigrafie se provádí zátěžová, na níž navazuje klidová, používá se radiofarmakum ^{99m}Tc -methoxy-isobutyl-isonitril (MIBI). Při zátěžové perfúzní scintigrafii myokardu se zátěž nejčastěji navozuje bicyklovou ergometrií. Frekventovanou indikací je u pacientů, kteří mají bolesti na hrudi, kteří absolvovali koronarografii nebo kteří prodělali infarkt myokardu. Klidová perfúzní scintigrafie myokardu se většinou provádí po provedeném zátěžovém vyšetření, u kterého bylo prokázáno oslabení nebo výpadek perfúze v jednom ze segmentů LKS. Toto vyšetření podává údaje o prokrvení srdečního svalu v klidových podmínkách. Samostatně se klidové vyšetření provádí pouze u pacientů, kteří nejsou schopni podstoupit zátěžový test. (9)

V současnosti lze zaznamenat posun k jednodušším technikám, jako je dynamické kontrastní CT nebo MR, které umožňují detekovat oblast s poruchou perfúze myokardu a současně přinášejí anatomickou informaci. Velká výhoda perfúzního CT je možnost kombinace s CT koronarografií, která ve většině případů perfúznímu vyšetření předchází.

(6)

Perfúzní scintigrafie mozku poskytuje informaci o prokrvení mozku v momentu, kdy se aplikuje radiofarmakum. Míra akumulace radiofarmaka v každé z mozkových struktur závisí na průtoku krve. Toto vyšetření se nejvíce uplatní v diagnostice cerebrovaskulárního onemocnění mozku, migrén, psychiatrických onemocněních, degenerativních změn, epilepsie, při průkazu mozkové smrti. Používá se radiofarmakum ^{99m}Tc -HMPAO. (4)

Obrázek 6: Hybridní SPECT/CT přístroj



Zdroj: <http://radiologieplzen.eu/wp-content/uploads/DSCN0255.jpg>

4.2 Metodiky magnetické rezonance

Magnetická rezonance je neinvazivní zobrazovací metoda, která nevyužívá ionizující záření. MRI využívá interakce lidského těla s magnetickým polem a radiofrekvenčními pulsy (až stovek MHz). Mezi výhody MR patří detailní zobrazení měkkých tkání, zobrazení mozkových tepen bez KL, vyšetření ve třech rovinách, speciální postupy (spektroskopické, difúzní, funkční vyšetření). Rozlišují se tři metody perfúzního kontrastního vyšetření pomocí MR, arterial spin labeling MRI (ASL-MRI), dynamic

contrast enhanced MRI (DCE-MRI) a dynamic susceptibility contrast MRI (DSC-MRI). (16)

ASL je perfúzní metoda, u níž je jako kontrastní látka používána magneticky značená voda v arteriální krvi. Totéž se snímá i bez označené krve a poté se ze všech snímků získá perfúzní obraz, který poskytne informaci o průtoku krve. Je to metoda neinvazivní, vyšetření je možno opakovat. Využívá se především při hodnocení ischemie mozku, lze ho použít i pro perfúzní funkční vyšetření mozku. (16)

DCE je metodika, která využívá při zobrazení kontrastní látku, procházející cévní stěnou. Tato forma perfúze se využívá pro různé orgány, kromě mozku. Výsledkem vyšetření jsou perfúzní mapy (podobně jako u CT vyšetření), pomocí kterých lze detekovat tumory plic, prsu, prostaty, vaječníků. Je možné podchytit i metastázy a kontrolovat úspěšnost léčby. Pokud v nádorové tkáni dochází k vyživování tumoru, při průchodu kontrastu je síla signálu zvýšená. Pokud je však tkáň nekrotická, je tato oblast hypoperfúzní. (16)

DSC je zobrazovací postup nazývaný bolus tracking, využívající kontrastní látku a T2 či T2* vážené obrazy. Je nejdůležitější metodou pro MR zobrazení a hodnocení mozku, diagnostiku CMP a hodnocení nádorů. K hodnocení se využívá parametrů, jako jsou objem krve (CBV), průtok krve (CBF) a čas průtoku (MTT). Nejpoužívanější kontrastní látkou jsou cheláty gadolinia, podávané intravenózně. Perfúzní mapy získané touto metodou lze využít k diagnostice různých chorob, nejtypičtější jsou CMP a mozkové nádory. Vyšetření ale může přinést poznatky u pacientů s epilepsií, migrénou, vaskulitidou nervového systému či Alzheimerovy choroby. Diagnostika tumorů detekuje zvýšené nebo snížené prokrvení v oblasti nádorové tkáně. Pomocí CBV lze odlišit různé fáze gliomu. U CMP je možné na snímcích rozlišit uzávěr tepny. (15)

Funkční magnetická rezonance je metodika, která se v klinické praxi nejvíce využívá při mapování funkčních center mozku před neurochirurgickými zákroky, při výzkumu neurologických a psychiatrických onemocnění. Slouží k zobrazení funkce mozkové aktivity. Její hlavní podstatou je změna prokrvení a objemu krve v aktivní oblasti mozkové kůry, což je perfúzní fMRI. Dále je to změna poměru okysličené a neokysličené formy hemoglobinu, nazývané BOLD fMRI. Při vyšetření fMRI lze získat obrazy celého objemu mozku v klidu i při aktivitě (tvorba slov, pohyb končetin, reakce na podněty) díky opakovanému skenování. Změny mozkové aktivity se měří z rozdílu dvojic obrazů, které

se pořídí v klidu a při mozkové činnosti. Často zkoumané jsou také ledviny, které lze funkčně chápat jako dva orgány, dřeň a kůru. Průtok krve kůrou ledviny je velký a zabezpečuje vyšší přísun kyslíku, než je skutečná potřeba. Průtok krve dřeň je menší, její oxygenace nižší. Porucha renální oxygenace je determinantem akutních a chronických onemocnění. Zobrazení BOLD efektu lze využít při zkoumání patofyziologických změn renální tepny, hypertenze a poškození ledvin u DM. (15)

Vyšetření pomocí MR nelze provést u osob s kardiostimulátorem či implantovaným defibrilátorem (ICD), jelikož hrozí poškození jeho funkce, ale i život ohrožující porucha srdečního rytmu. (15)

Obrázek 7: MRI přístroj



Zdroj: <http://radiologieplzen.eu/wp-content/uploads/DSCN0230.jpg>

PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍLE PRÁCE

C 1: Zaměřit se na využití perfúzní tomografické vyšetření u mozku a jater.

C 2: Na vybraných kazuistikách ozřejmit nálezy u perfúzních vyšetření.

6 VÝZKUMNÉ OTÁZKY

VO 1: Jakou roli má perfúze při vyšetření mozku?

VO 2: Jaký přínos má perfúze při vyšetření jater?

VO 2: Je v dnešní době ještě perfúzní vyšetření skutečně aktuální?

7 METODIKA

Ke zpracování dané problematiky byl vybrán kvalitativní výzkum pomocí vybraných kazuistik, obsahující lékařské i obrazové dokumentace z FN Plzeň. Zaměřila jsem se na pacienty bez rozdílu pohlaví a věku. Zkoumaným souborem byli pacienti, kteří byli indikováni k perfúznímu vyšetření. Pro zjištění potřebných dat byl použit nemocniční informační systém. Sběr dat probíhal na klinice zobrazovacích metod FN Plzeň v období odborné praxe. Pro vypracování dat praktické části bylo nutné obstarat si souhlas s šetřením ve FN Plzeň. (viz. Příloha).

8 KAZUISTIKY

V této kapitole je uvedeno pět kazuistik, kde bylo provedeno perfúzní vyšetření pomocí výpočetní tomografie. Všechny uvedené údaje pocházejí z databáze FN Plzeň.

8.1 KAZUISTIKA 1

8.1.1 Základní informace

Pohlaví, věk: Muž, 63 let.

Rodinná anamnéza: Otec zemřel v 85. letech, měl DM II. typu komp. PAD, arteriální hypertenzi, matka zemřela v 80. letech na IM. Sestra v ID, onemocnění ledvin, syn zdrav.

Osobní anamnéza: Prodělal dětské nemoci, úrazy zlomenina žebra 1999, DM, IM, nezhojný tumor střeva bez onkologické léčby, zbytnění prostaty, arteriální hypertenze.

Alergie: Neguje.

Návyky: Nikotinismus od 20. let, alkohol příležitostně, káva 4 denně.

Léky: Ventolin a Berodual.

8.1.2 Současný stav

Pacient přijat na chirurgickou kliniku pro zvracení a bolesti břicha. Byl zjištěn subileus v.s. Pacient nemá chuť k jídlu, málo pije, vertigo. Stolice a močení v pořádku, jiné obtíže neguje.

CT vyšetření

- Bylo provedeno druhý den v rámci dovyšetření břicha.
- o **Nález:** Tekutý obsah dilatovaného kolon šíře do 70 mm až do subleinální flexury, kde je stenoza se zesílením stěny, délky asi 42 mm, aborálně c. descendens bez dilatace. Tekutý obsah kliček tenkého střeva šíře do 36 mm. Bez známek volného plynu, volné tekutiny, bez patrných zvětšených uzlin v DB, bez pleur. výpotku. Několik hypodenzit do 45 mm difuzně v játrech. Žlučník, pankreas, ledviny a močový měchýř bez hrubé patol. Zobrazený skelet bez lož. změn či osteolýzy. Ztížená průchodnost střevní na podkladě stenózy v subleinální flexuře kolon v.s. tumorozní etiologie.
- o **Závěr:** V.s. četná metastatická ložiska do 45 mm v játrech. Dop. USG, kolonoskopii.

- CT perfúze s podáním KL i.v. : Jaterní parenchym je difuzně prostoupen mnohočetnými hypodenzními ložisky vel.okolo 20-27mm. Žlučník, žluč.cesty, slezina, ledviny, pankreas norm. Nápadnější žilní pleteně okolo žaludku(v.portae volná), v mezenteriu epigastria několik(cca 3) uzlin vel do 13mm. Na zachycených plicních bazích jen nevelké plastické změny.
- Závěr: Na CT perfúzi popisované meta jsou v oblasti levého laloku a S4, S8 a S5 převážně nekrotické, bez známek sycení v CT perfúzi. V oblasti S7 a S6 přetrvávají ložiska s výrazným arteriálním sycením a výpadkem v portální fázi- odpovídají dosud vitálním meta.

Videokoloskopie

- Provedena za další tři dny.
- Nález: V poloze na levém boku zaveden přístroj do rekta. Hemoroidní zóna s klidovými NHI. V celém střevě tekutá zbytková stolice. Nález jen orientační. Viditelná sliznice rekta hladká, lesklá, s dobře viditelnou cévní kresbou. Volně přes rektosigmoidální úhel do sigmatu a col. descendens, kde pod lineární flexurou stenozující tumor – neprostupný pro přístroj. Z tumoru odebrána celkem 4x biopsie k histologii.
- Závěr: Stenozující tumor orálního colon descendens (pod lineární flexurou) – neprostupný pro přístroj, 4x biopsie k histologii. Dop. indikován chir. zákrok.

Histologické vyšetření

- Provedeno v rámci videokoloskopie.
- Nález: Vzorky arodovaného, invazivně rostoucího intestinálního adenokarcinomu grade I a grade II. K rozsahu nádorového postižení a hloubce invaze se nelze z bioptických vzorků vyjádřit.

Chirurgický výkon

- Provedení: Den po kolonoskopii bylo přistoupeno k resekci tumoru lineární flexury a k anastomose end-to-end ve 2 vrstvách. Byl proveden výplach dutiny břišní, založeny PVC dreny. Následně byla provedena plastika pupeční kýly. Dále dle zvyklostí.
- Stav po chirurgickém výkonu: Subj. se cítí dobře, léčí se jen na DM, chuť k jídlu dobrá, váhu drží, potíže s močením a se stolicí nemá, bez meteorismu, pro hypertenzi

neléčen. Obj. v celkově velmi dobrém stavu, bez hmatné periferní lymfadenopatie, plíce bez výpotku, hepar +2, břicho měkké bez hmatné resistance.

Histologické vyšetření

- Bylo provedeno v rámci chirurgického výkonu.
- o Nález: Resekované tlusté střevo délky 20 cm – 4,5 cm od jednoho okraje je cirkulární stenóza šířky 2 cm. Jde o cylindrocellulární, tubulárně uspořádaný, exulcerovaný adenokarcinom pronikající do zjizvené subserozy. Makro ani mikroskopicky nádor nedosahuje k okrajům resekátu. V přilehlé tukové tkáni bylo nalezeno celkem 5 drobných mízních uzlin. Ve 2 byly nalezeny metastázy výše popsaného nádoru. 3 uzlinky byly bez metastáz. Omentum vel. 15 x 6 x 1,5-3 cm – tuková a vazivová tkáň s fokální hyperplasií mesothelu.

Onkologická léčba

- Po měsíci byl pacient odeslán na spádovou onkologickou ambulanci, kde se podrobil biologické léčbě a chemoterapii.

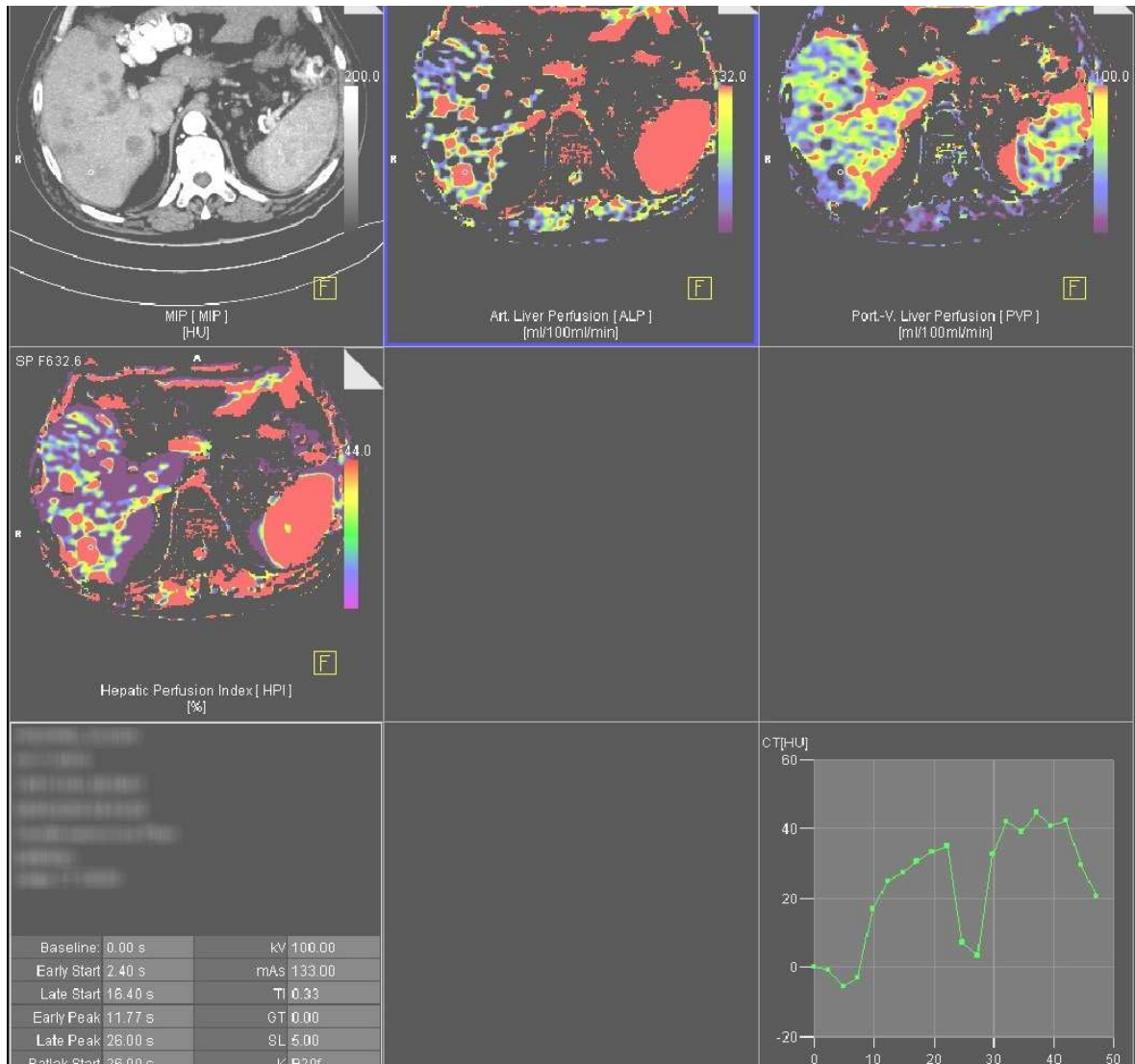
CT vyšetření (kontrolní)

- Rok po chirurgickém výkonu bylo provedeno kontrolní perfúzní CT jater s podáním KL i.v.
- o Nález: Mnohočetná hypodenzní ložiska v celém rozsahu jater jsou ve srovnání s CT provedenou před 5 měsíci zvětšená, nelze vyloučit i několik nových ložisek. Na CT perfúzi jsou dnes méně vyjádřené výpadky perfúze v centrálních partiích ložisek, při okrajích je syčení v arteriální fázi spíše mírně výraznější než minule. Při porta hepatis a v okolí hlavy pankreatu zvětšené uzliny, ve srovnání s předchozím vyšetřením mírně větší, na axiálních řezech do 18 x 16 mm, menší uzliny jsou v retriperitoneu paraaortálně a parakaválně, drobné uzlinky v mesentriu. Přetrvává tuková přestavba hlavy pankreatu.
- o Závěr: Mnohočetné metastatické postižení jater, ve srovnání s předchozím CT v progresi.

Další postupy

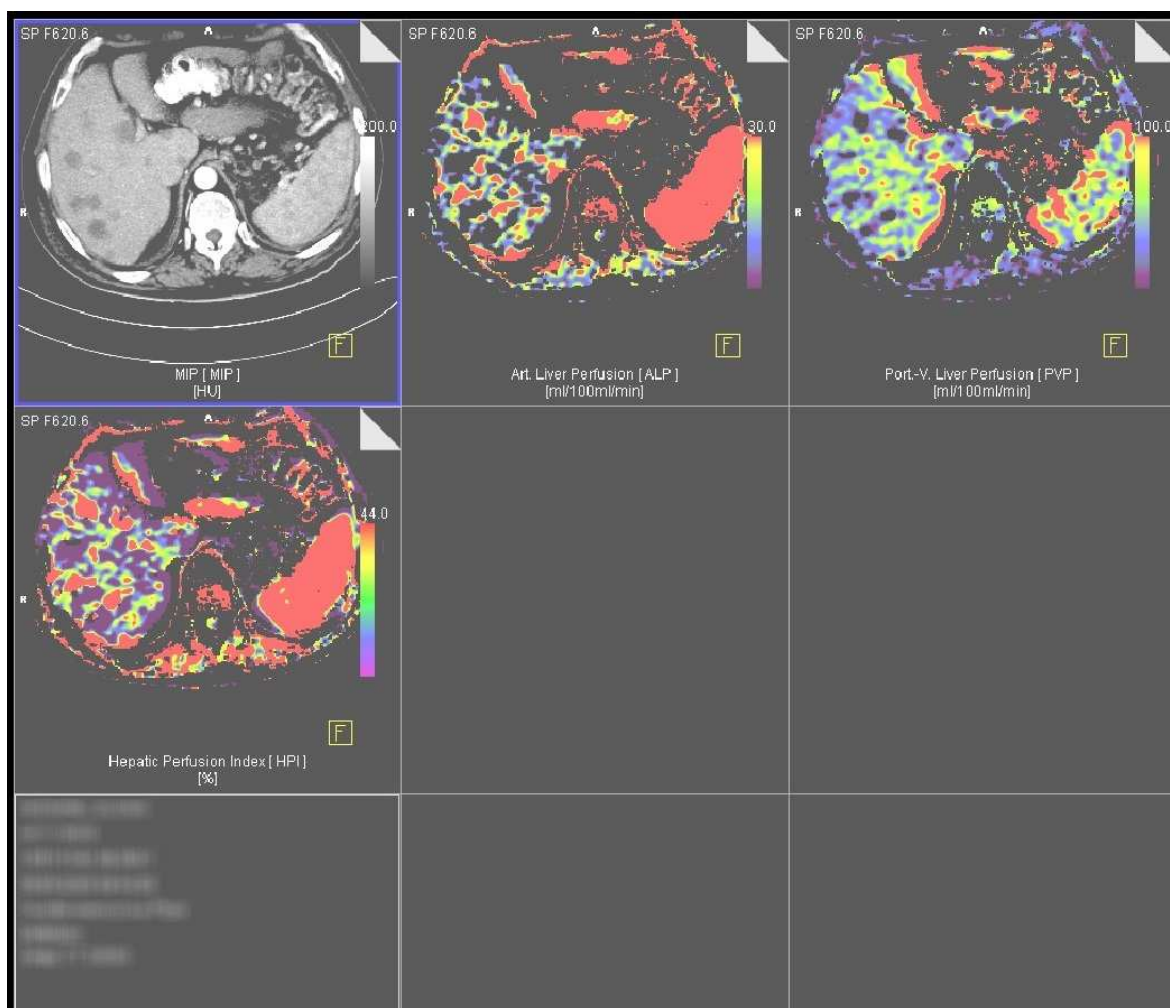
- V dalším průběhu pouze krátkodobá hospitalizace na ORAK. Pacientovi je doporučen klidový režim, dostatek tekutin a vitamínů, pokračuje v zavedené medikaci. Dále pokračuje paliativní monoterapií Avastin, po 16. sériích a současně je zavedena paliativní chemoterapie Xeldoda.

Obrázek 8: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)



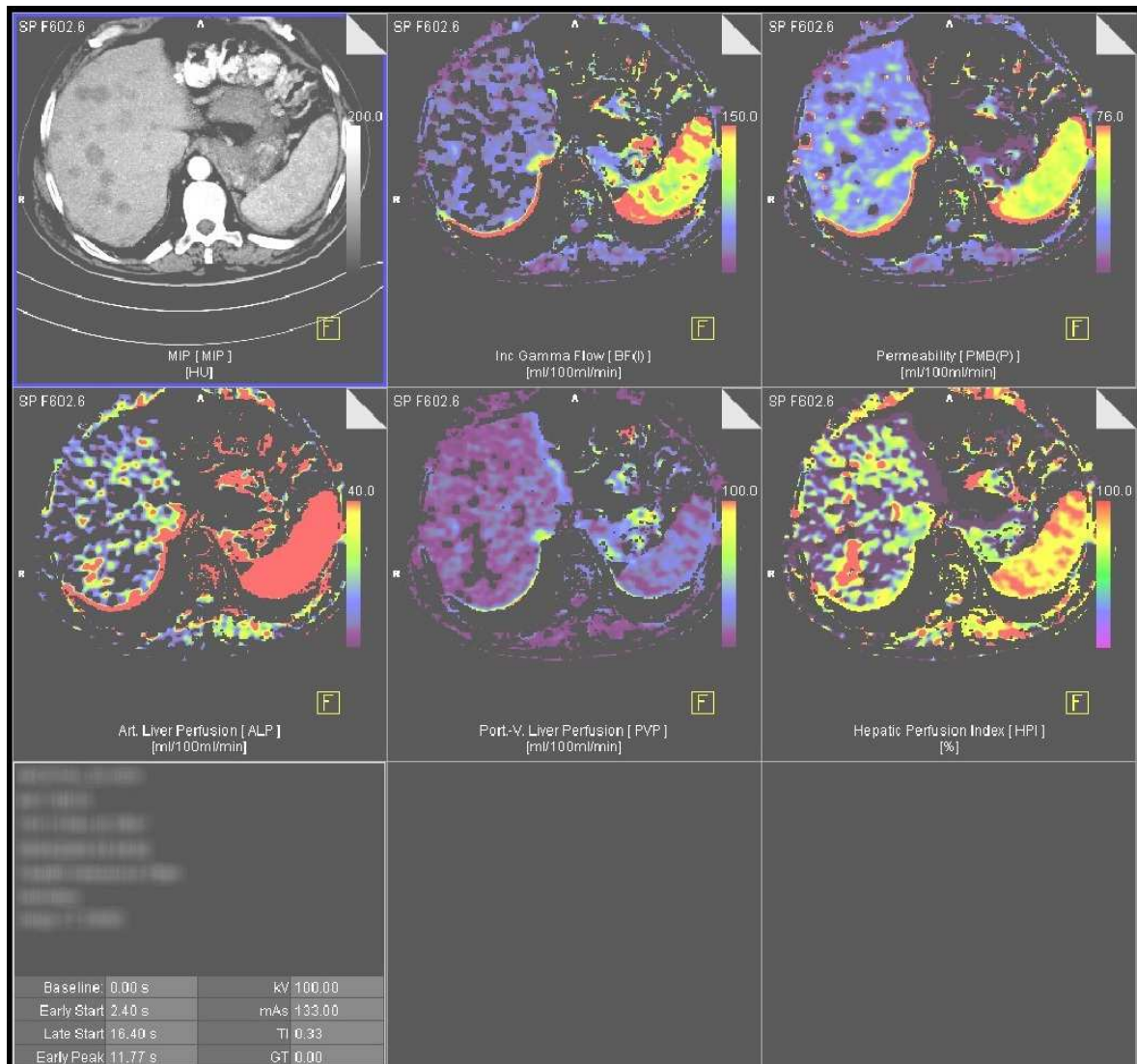
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 9: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)



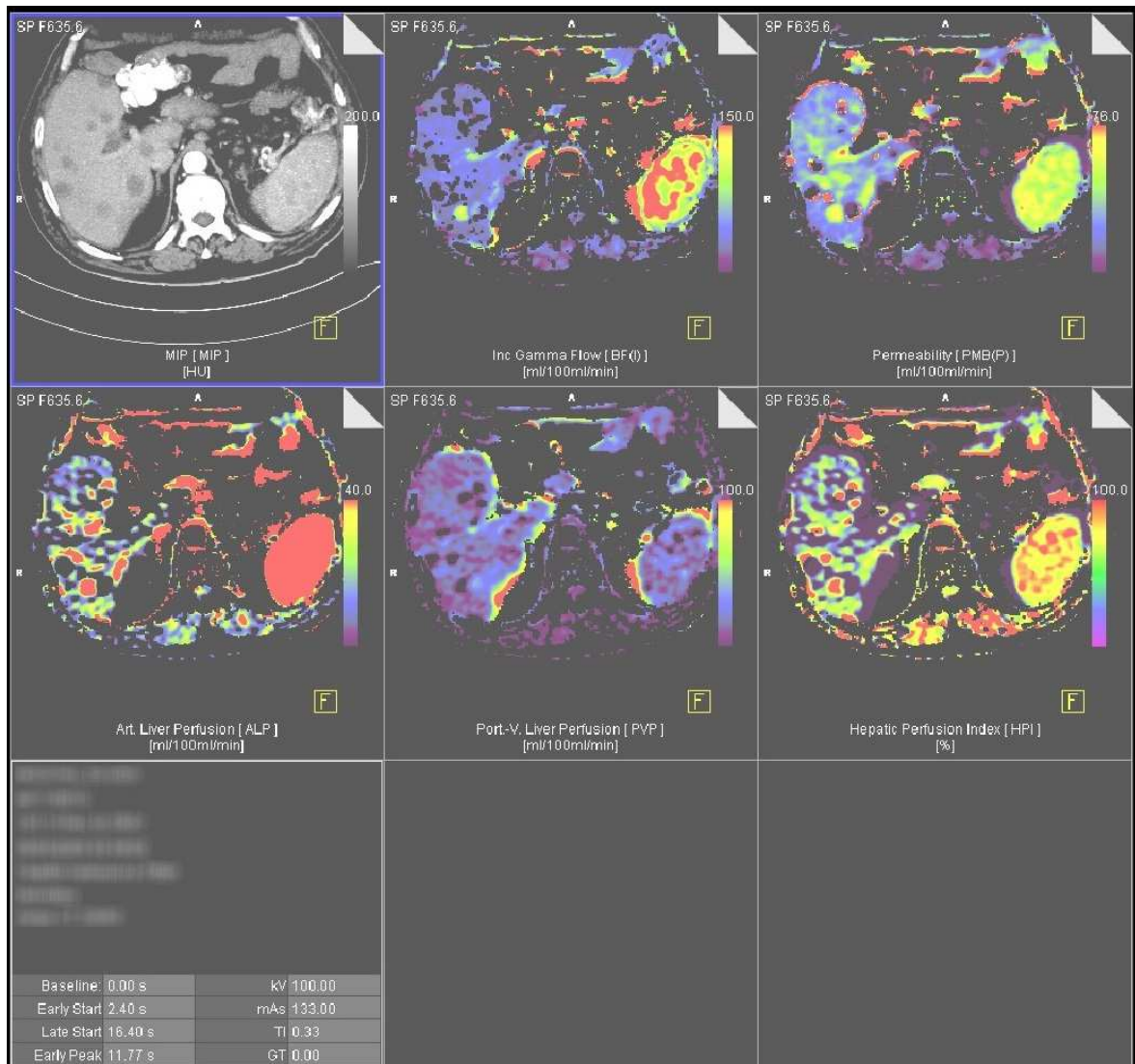
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 10: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)



Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 11: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)



Zdroj: FN Plzeň

8.2 KAZUISTIKA 2

8.2.1 Základní informace

Pohlaví, věk: Žena, 79 let.

Rodinná anamnéza: Otec zemřel při autonehodě, matka stářím, bratr zdrav, dcera má epilepsii a syn zdrav.

Osobní anamnéza: Běžné nemoci, fraktura LHK, arteriální hypertenze, DM II. typu, operace varixů 1977, brániční kýla, stav po konizaci čípku

Alergie: Pyl, prach od dětství.

Návyky: Kouří 5 cigaret denně, alkohol příležitostně.

Léky: Pradaxa.

8.2.2 Současný stav

Pacientka byla objednána na CT břicha pro náhodný nález na USG vyšetření v externím lékařském zařízení. Cítí se vcelku dobře, bolesti břicha má občas a za poslední měsíc zhubla 4 kg.

CT břicha a perfúze jater

- **Nález:** Nevelký pleurální výpotek vlevo dorzobazálně. Slezina je normální, nadledviny nezvětšeny, ledviny vylučují bez městnání, v horním pólu levé ledviny je cysta vel. 2 cm. Játra celkově nezvětšená, z levého laloku se ventrálně vyklenuje nepravidelná nehomogenní expanze o vel. 94 x 64 mm axiálně, v centru expanze je hypervaskulární ložisko vel. 43 x 36 mm. Expanze v.s. zaujímá levou větví portální žíly, těsně naléhá až k bifurkaci porty. V dynamické studii je zřejmá výrazně zvýšená perfúze v celém rozsahu expanze, jen několik drobných okrsků zůstává normodenzní, centrální ložisko je výrazně hypervaskularizované, navíc v samém centru je dilatovaná céva.
- **Závěr:** Expanze v levém jaterním laloku vykazuje maligní rysy, je hypervaskulární.

Intervenční radiologie

- **Provedení:** Vzhledem k výrazným sklerotickým změnám v odstupu tr. coeliacus obtížné zavedení instrumentária, úspěšná superselektivní sondáž levé hepatální větve, která se prakticky v celém rozsahu podílí na zásobení patol. expanze v levém jater. laloku. Provedena embolizace částicemi Embosfere vel. 300 – 500 a 500 – 700 µm s navázáním 100 mg doxorubicinu. Výkon bez komplikací.

- Závěr: Superselektivní chemoembolizace ložiska v levém jaterním laloku.

RTG plic

- Nález: Oboustranný fluidothorax.

USG břicha

- Provedeno za další týden.

- Nález: Hypoechogenní expanze v levém jaterním laloku v S2, 3, 4. Při jejím obvodu probíhá střední žíla a levá větev v. portae – nejsou do TU zavzaty. TU je vel. 102 x 106 x 48 mm. V periferii při horním okraji je cystická složka a v dolní třetině TU je hyperechogenní uzal vel 3 mm. Ložisko se výrazně sytí KL již v časné arteriální fázi. Nález spíše svědčí pro HCC, adenom je méně pravděpodobný. Doporučuje se korelace s MR.

CT břicha

- Po 10 dnech bylo provedeno CT jater a břicha, dvoufázově s KL i.v.

- Nález: Ascites perihepatálně v šíři 45 mm. V levém jaterním laloku je patrný útvar o vel. 12 x 10 x 8 cm, obsah o denzitách 15 – 20 HU, obsahuje též bublinky plynu. Nehomogenní struktura v dorzálních partiích pravého laloku S6, 7 mapovitěho charakteru, porucha perfúze? Bez patologicky změněných uzlin.

Po roce pravidelných kontrol a CT vyšetřeních je pacientka přijata k hospitalizaci k provedení embolizace ložiska v pravém jaterním laloku

Intervenční radiologie

- Provedení: Přístup 5F z pravého třísla, superselekt. přístup k ložisku v pravém laloku provedena chemoembolizace částicemi DCB vel. 100 – 300 s dávkou cca 30 mg doxorubicinu. Jelikož došlo v ložisku ke spont. extravazaci, byla cílená embolizace zakončena aplikací želat. pěny s úplným uzávěrem přírodního řečiště vč. ložiska.
- Závěr: Ložisko ve 4. segmentu je zásobeno přímou, ale velmi gracilní nutrit. větvičkou, jejíž odstup je v ostré angulaci, nepodařilo se odstup nasondovat. Za těchto anatomických okolností není toto ložisko embolizačně ovlivnitelné. Doporučeno kontrolní CT vyš. za 6 – 8 týdnů.

Další postupy

- Dále nemocná podstoupila externí CT, kde je patrný dobrý efekt embolizace ložiska v pravém jaterním laloku. Pacientka je i nadále sledována, dochází na pravidelné kontroly a je vedena na ORAK.

Obrázek 12: CT vyšetření jater



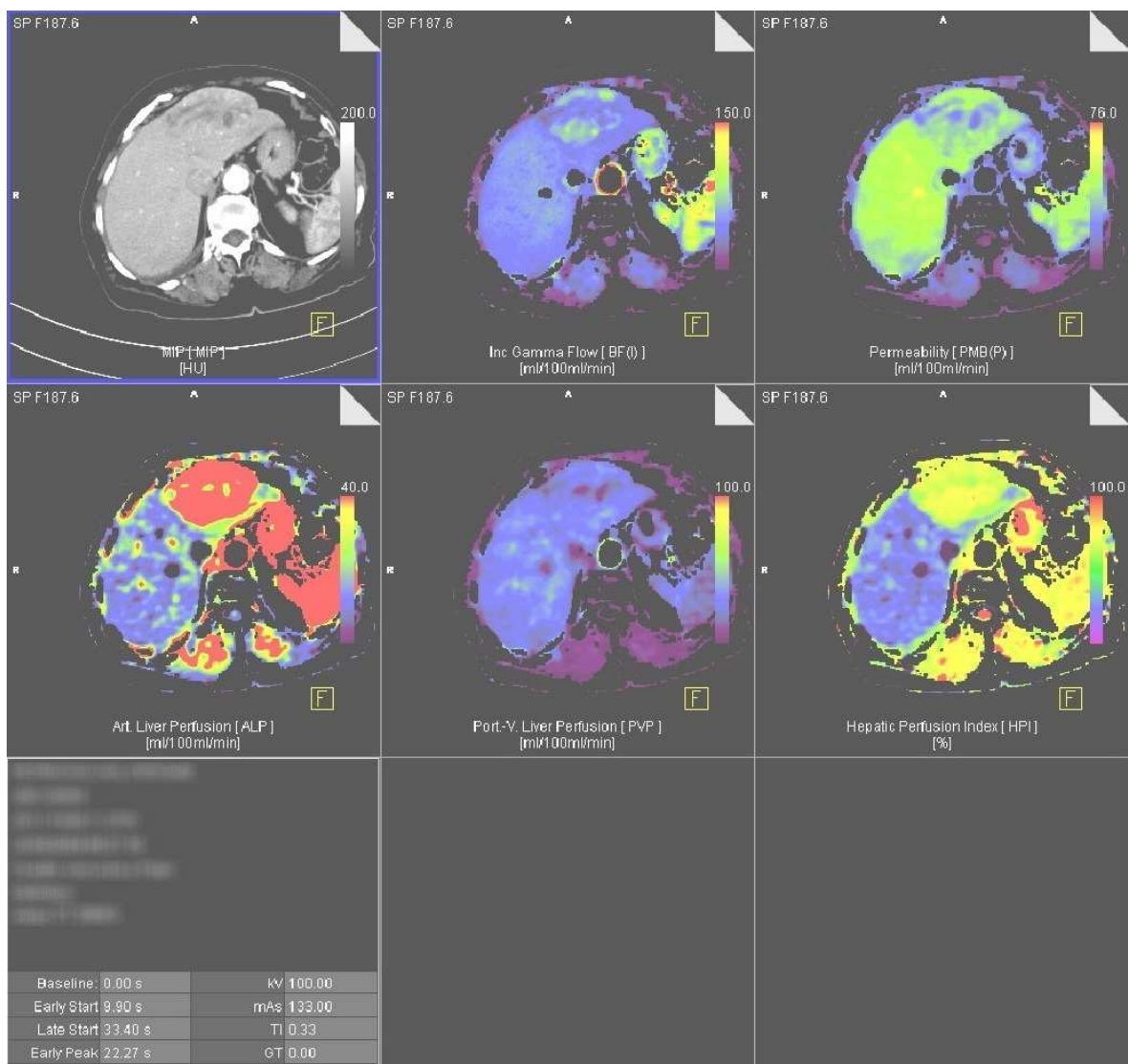
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 13: CT vyšetření jater



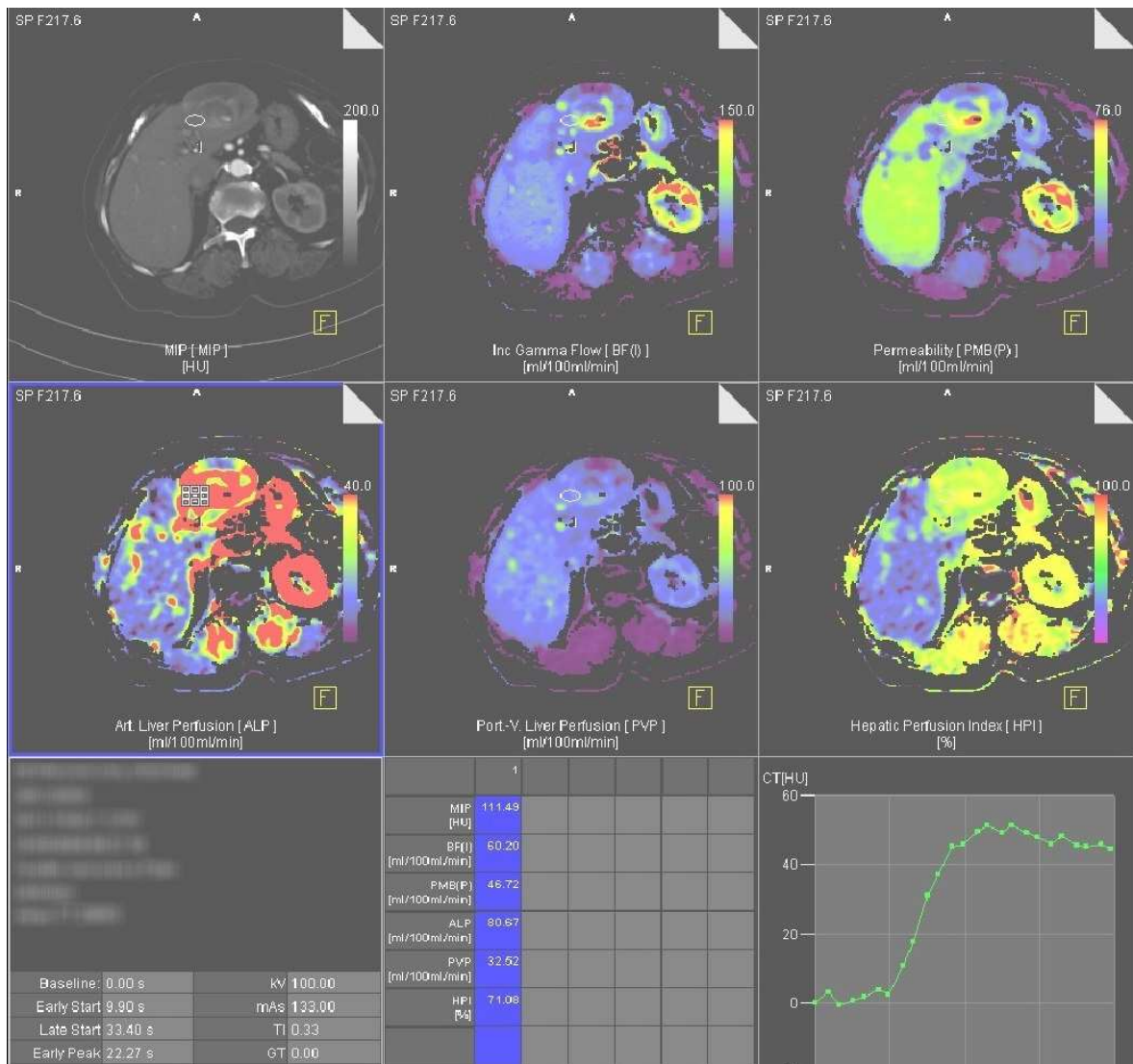
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 14: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)



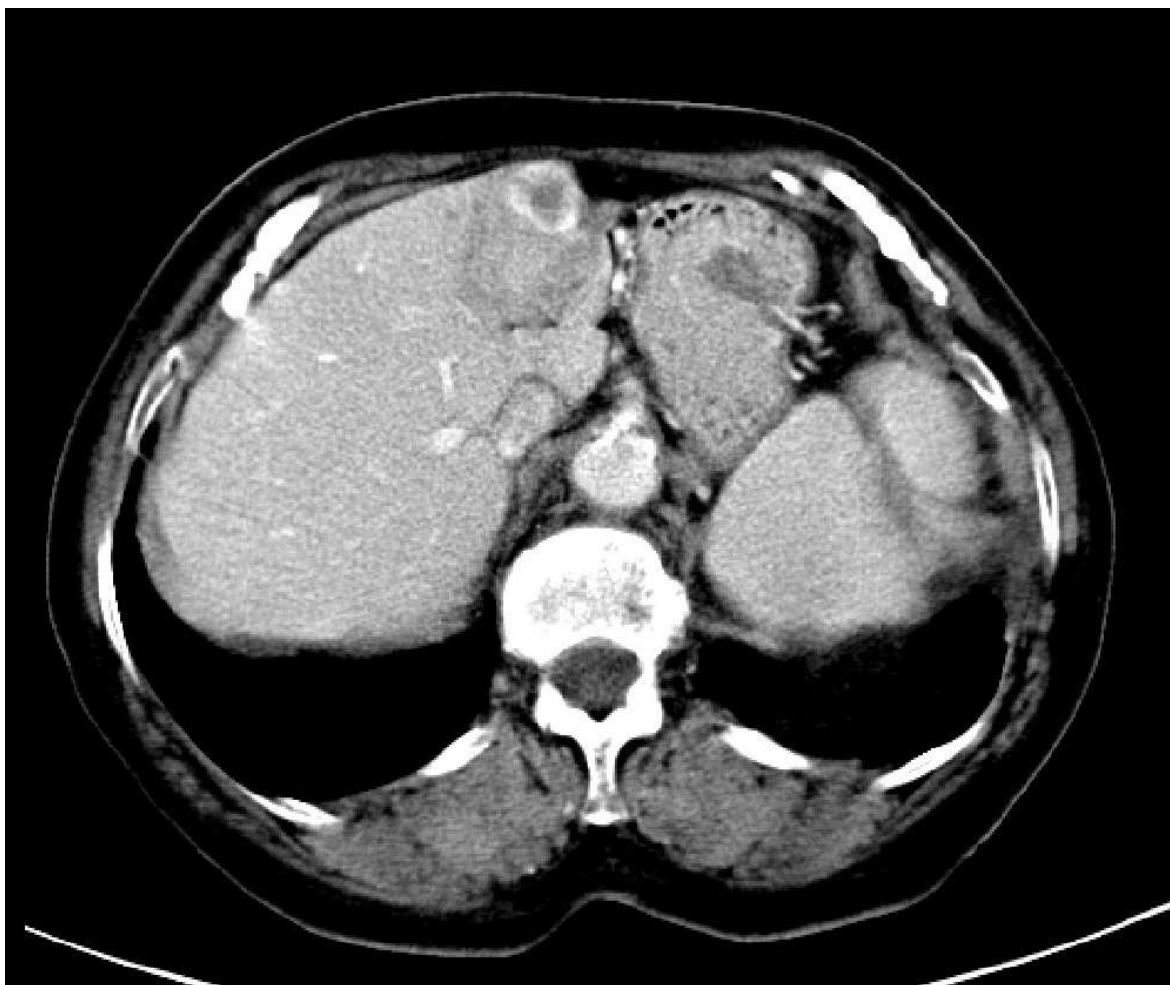
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 15: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)



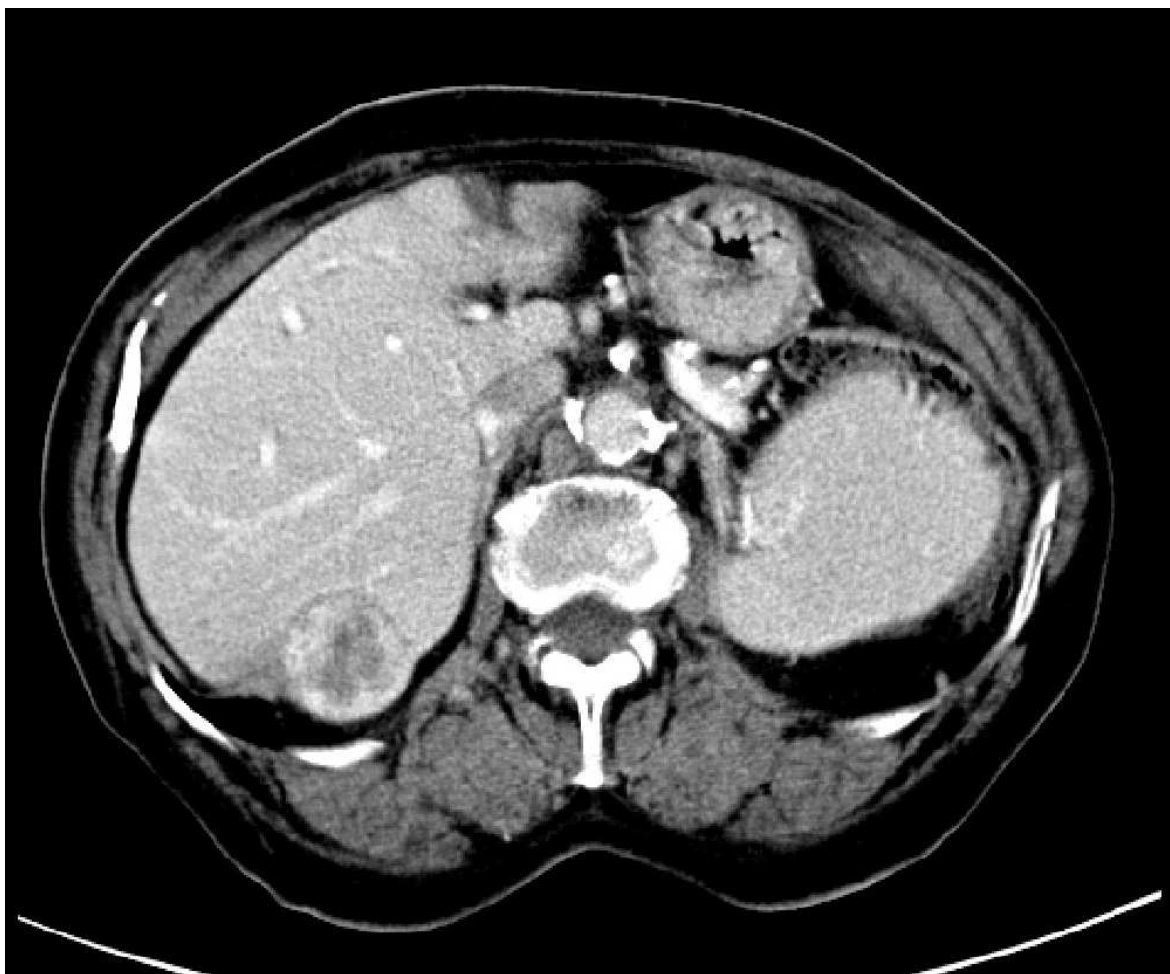
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 16: CT vyšetření jater



Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 17: CT vyšetření jater



Zdroj: FN Plzeň

8.3 KAZUISTIKA 3

8.3.1 Základní informace

Pohlaví, věk: Muž, 70 let.

Rodinná anamnéza: Dle pacienta nepodstatné, interní onemocnění neguje, CA taktéž.

Osobní anamnéza: Běžné dětské nemoci bez komplikací, léčil se na hypertenzi, t.č. nikoliv, VAS Th páteře, ateroskleróza.

Alergie: Neguje.

Návyky: Kouří od 15 let, nyní až 20 cigaret denně, alkohol příležitostně.

Léky: 0

8.3.2 Současný stav

Pacient byl několikrát ambulantně vyšetřován pro bolesti břicha. Jako vedlejší nález bylo zjištěno ložisko v játrech. Poté mu byla indikována CEUS k objasnění nálezu. Závěrem CEUS vyšetření byla steatóza jater a sytící se ložisko v S 4 a doporučení CT perfúze jater.

Perfúzní CT jater

- **Nález:** Játra nezvětšena, v S7 neostře ohraničené, převážně hypodenzní, nehomogenní ložisko vel 84 x 63 mm, dosahuje mediálně k DDŽ, ventrálně k pravé jaterní žíle a dorsálně až k povrchu jater, nález má charakter meta procesu. Dále v S4b je při povrchu neostře ohraničené, lehce hypodenzní ložisko vel. 19 x 17 mm - rovněž v.s. meta, v S6 (na pomezí S6/7) se na povrch vyklenuje z periferie se sytící ložisko vel. cca 16 x 17 mm – zde má nález v CT obraze charakter svědčící spíše pro hemangiom. Jiné ložiskové změny neprokazují. VP normální šíře, volná. Drobné pooperační PNP pod oběma bránicemi a proužkovitě při ventrálním okraji jater. Žlučník normální velikosti, bez patol. obsahu, žlučové cesty bez dilatace. Slezina normální velikosti, bez ložisek. Pankreas spíše atrofický s částečnou tukovou přestavbou, bez expanze. Nadledviny bez expanze. Obě ledviny jsou normální velikosti i uložení, bez konkrementů, duté systémy bez známek městnání. Levá ledvina je bez lož. změn, v dorzální části pravé ledviny korovoá cysta vel. 27 mm. Zdvojený dutý systém pravé ledviny. Stěna močového měchýře je přiměřené šíře, do jeho baze promínuje hypertrofická, nehomogenní ohraničená prostata o vel. 61 x 48 x

70 mm na příčném řezu. Stav po resekci rectosigmatu. V retroperitoneu ojedinělé uzliny vel. do 1 cm. CD bez volné tekutiny. Zachycené plicní baze – oboustranně dorsobazálně nevdušnost, více vpravo, kde je minimum tekutiny.

- Závěr: V játrech v S7 objemné hypodenzní meta ložisko, dále menší mírně hypodenzní lož. povrchově v S4b – rovněž v.s. meta, v S6 na pomezí S6/7 je na perfúzním vyš. ložisko sytící se z periferie – nález je typický pro hemangiom. Stav po resekci rectosigmatu, drobné pooperační PNP.

Dále nemocný po opakovaných RFA ložisek v játrech.

Příjem na CHK FN Plzeň

70letý pacient po resekci rektosigmatu, RFA a reRFA meta ložisek v játrech je přijat po měsíci na chirurgickou kliniku. Nález je indikován k pokusu o chemoembolizaci Doxorubicinem.

Intervenční radiologie

- Provedení: Přístup 5F z pravého třísla, superselektivní sondáž nutritivní větve pro okrsek recidivy meta v 8. segm. pomocí MK progreat, aplikace DC Bead M1 s navázáním irinotecanu, podané množství odpovídá dávce cca 50 mg Campto.
- Další postup: Vzhledem k distálnější embolizaci lze předpokládat výraznější subj. obtíže pacienta, nutná CT kontrola za 4 týdny, zvážení event. další etapy embolizace dle výsledku.

Perfúzní CT jater

- Provedeno dynamicky s podáním KL i.v, měsíc po chemoembolizaci.

- Nález: Stav po chemoembolizaci recidivy meta v pravém jaterním laloku v S8. V oblasti nekrózy neprokazují přesvědčivé známky hypervaskularizace svědčící pro metastatické postižení. V blízkosti je pouze nevelký okrsek arteriální hyperperfúze se zvýšením objemu, který navazuje na trombozovanou periferní větev V. portae, zřejmě se jedná jen o okrsek s kompenzatorně zvýšeným arteriálním zásobením. Další 2 ložiska v levém laloku a jedno v pravém jsou hemangiomy – korelováno se staršími vyšetřeními. Nové ložiskové léze neprokazují.
- Závěr: T.č. nejsou přesvědčivé známky recidivy metastázy. Uzávěr drobné větve v. portae v blízkosti s perfúzními změnami v přilehlém parenchymu. 3 hemangiomy.

Intervenční radiologie

- Provedení: Přístup 5F z pravého třísla, embolizace přívodných cév částicemi M1 (Campto 50 mg), výkon bez kompl., subj. dnes lépe snášen. Dopor. kontrolní CT vyš. za 2 měs. na našem pracovišti.

Sonografické vyšetření - CEUS jater

- Aplikováno 2 x 2,4 ml SonoVue
- Nález: Stav po chemoembolizaci ložiska v pravém jaterním laloku. Nekróza se ve srovnání se starší dokumentací retrahovala na 47 x 26 mm. Při jejím okraji se v pozdní fázi objevuje hypoechogenní útvar velikosti 21 mm. Jiné ložiskové odchylky neprokazují.
- Závěr: Důvodné podezření na nevelkou recidivu nádoru při okraji nekrózy po chemoembolizaci. Nová ložiska nezjištěna.

CT jater

- Vyš. provedeno s podáním KL i.v., dvoufázově.
- Nález: Stav po opak. RFA a chemoembolizaci meta v pravém jaterním laloku v S8. Nekróza max. vel. cca 53 x 51 mm, při jejím kaudálním okraji v S7 se proti min. CT vyš. objevilo hypodenzní ložisko vel. 22 x 27 mm, patrné lépe ve venózní fázi vyš., kde denzity cca 74 HU, s jemnou hypervaskularizací při povrchu v art. fázi – nález je ve shodě s CEUS v.s. z recidivy, ost. jater. parenchym bez čerstvých ložisek, 3 hemangiomy jater ve shodě s předchozími vyšetřeními. Ost. nález bez podst. změn.

Peroperační USG jater vč. CEUS

- Aplikováno 2 x 2,4 ml SonoVue
- Nález: V pravém laloku je objemná recidiva metastázy v okolí nekrózy po RFA, dosahuje do těsné blízkosti dolní duté žíly, není ale přesvědčivá infiltrace její stěny. Dále v blízkosti nacházím drobnější satelitní ložisko. Ve IV. segmentu a levém laloku nenacházím ložiska maligního vzhledu. Hemangiomy ve shodě s minulými vyšetřeními. Střední žíla se zdá z USG vyšetření volná.

Chirurgický výkon

- Provedena pravostranná hepatektomie a je doporučeno kontrolní CT vyšetření.

CT jater

- Vyšetření provedeno s podáním KL i.v., dvoufázově.

- Nález: Stav po pravostranné hepatektomii, resekční plocha lehce neostrá, obklopená pruhem tekutiny v šíři až 30 mm s drobnou bublinkou plynu, zbylý jater. parenchym bez čerstvých ložisek, žlučové cesty nerozšířené. Do oblasti po resekci se vtlačuje tračník, cysta pravé ledviny vel. 32 mm. Ost. nález bez podst. změn.

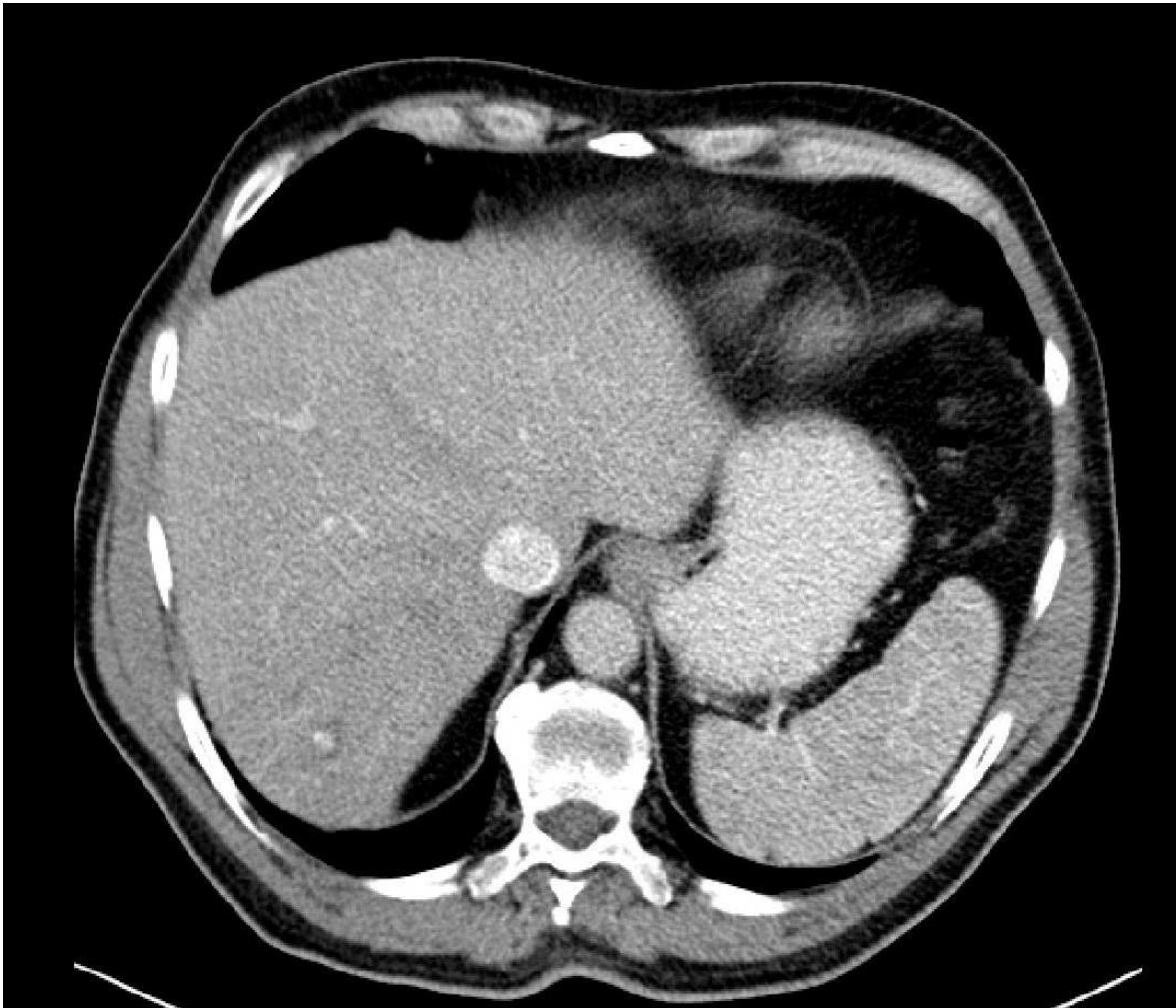
CT volumetrie jater

- Nález: Objem zbývajícího jaterního parenchymu činí 1053 ccm.

Další postup

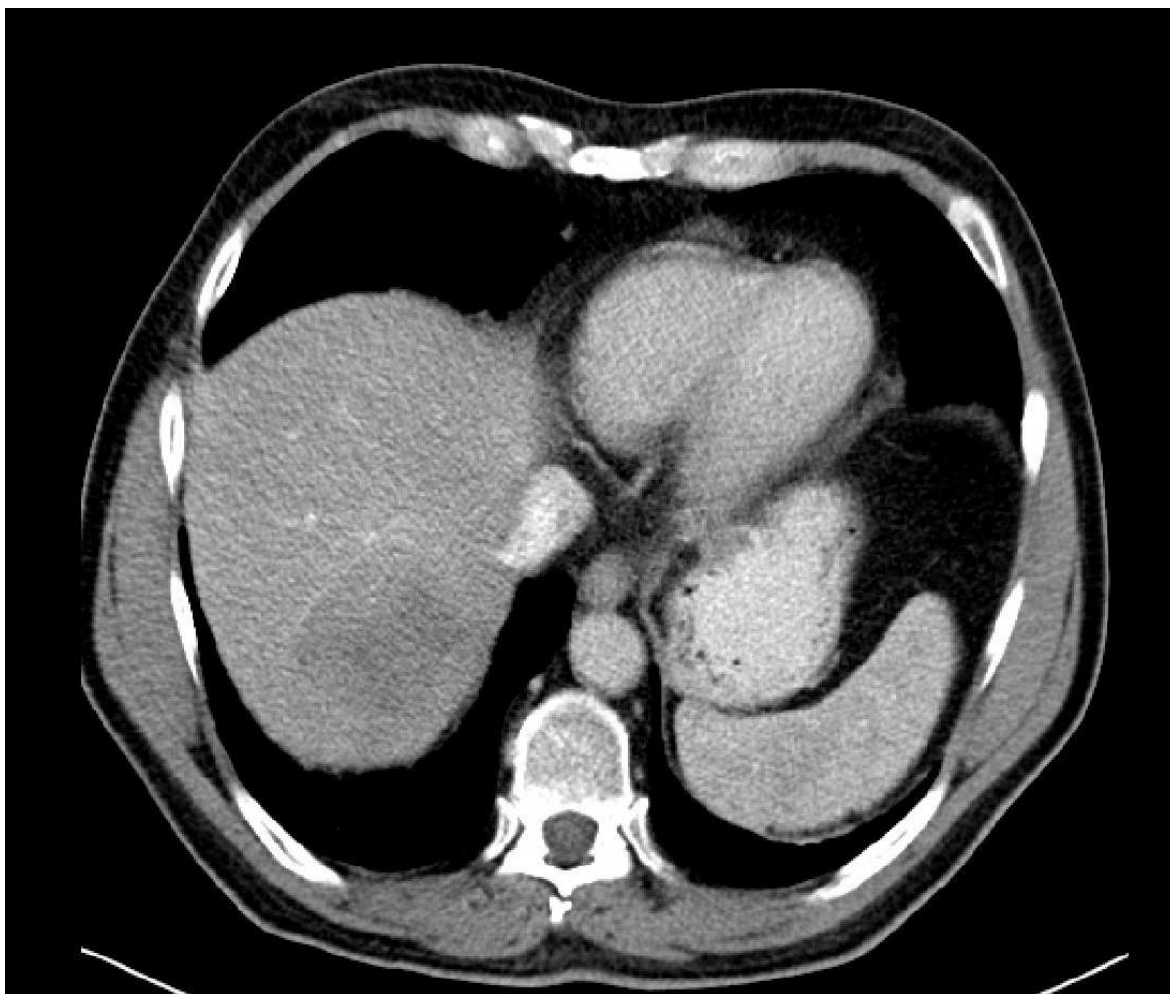
- Od té doby nemocný sledovaný na CT i MR – bez známek lokální recidivy či generalizace maligního onemocnění v rozsahu vyšetření břicha. Kazuistika nám demonstruje perfúzi jater k hodnocení léčby u jaterních nádorů i metastáz.

Obrázek 18: CT vyšetření jater



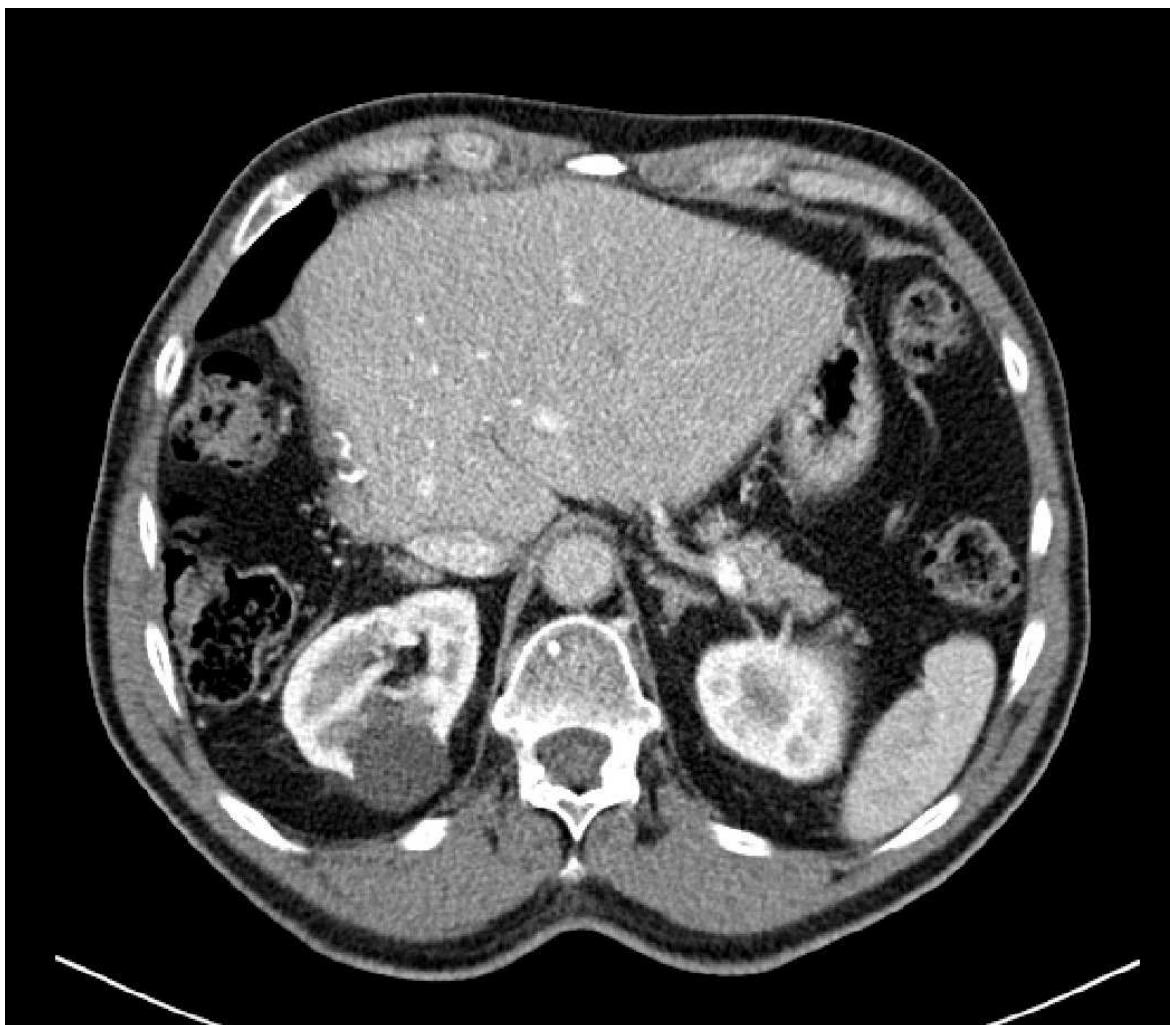
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 19: CT vyšetření jater – kontrolní



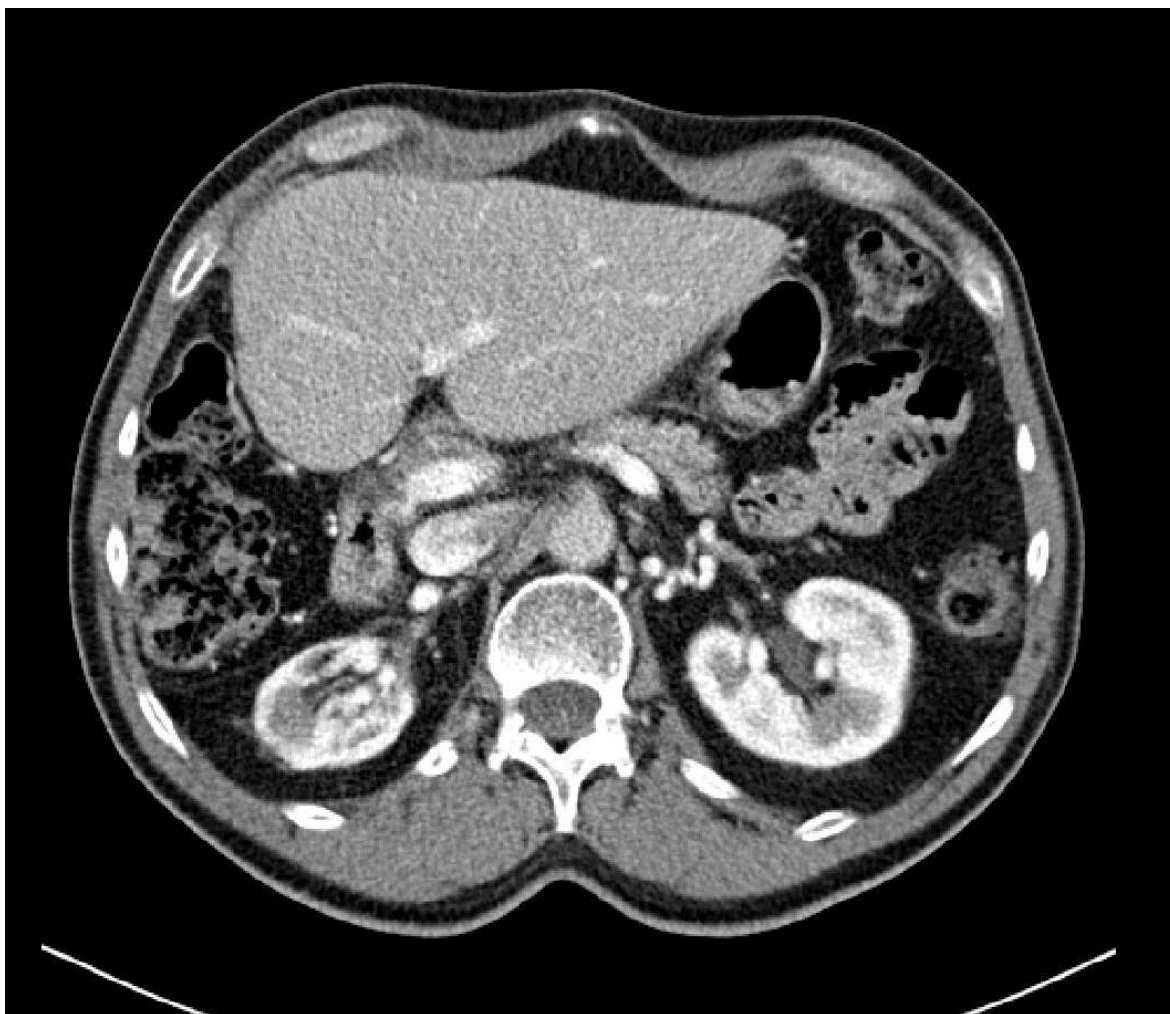
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 20: CT vyšetření jater – po hepatektomii



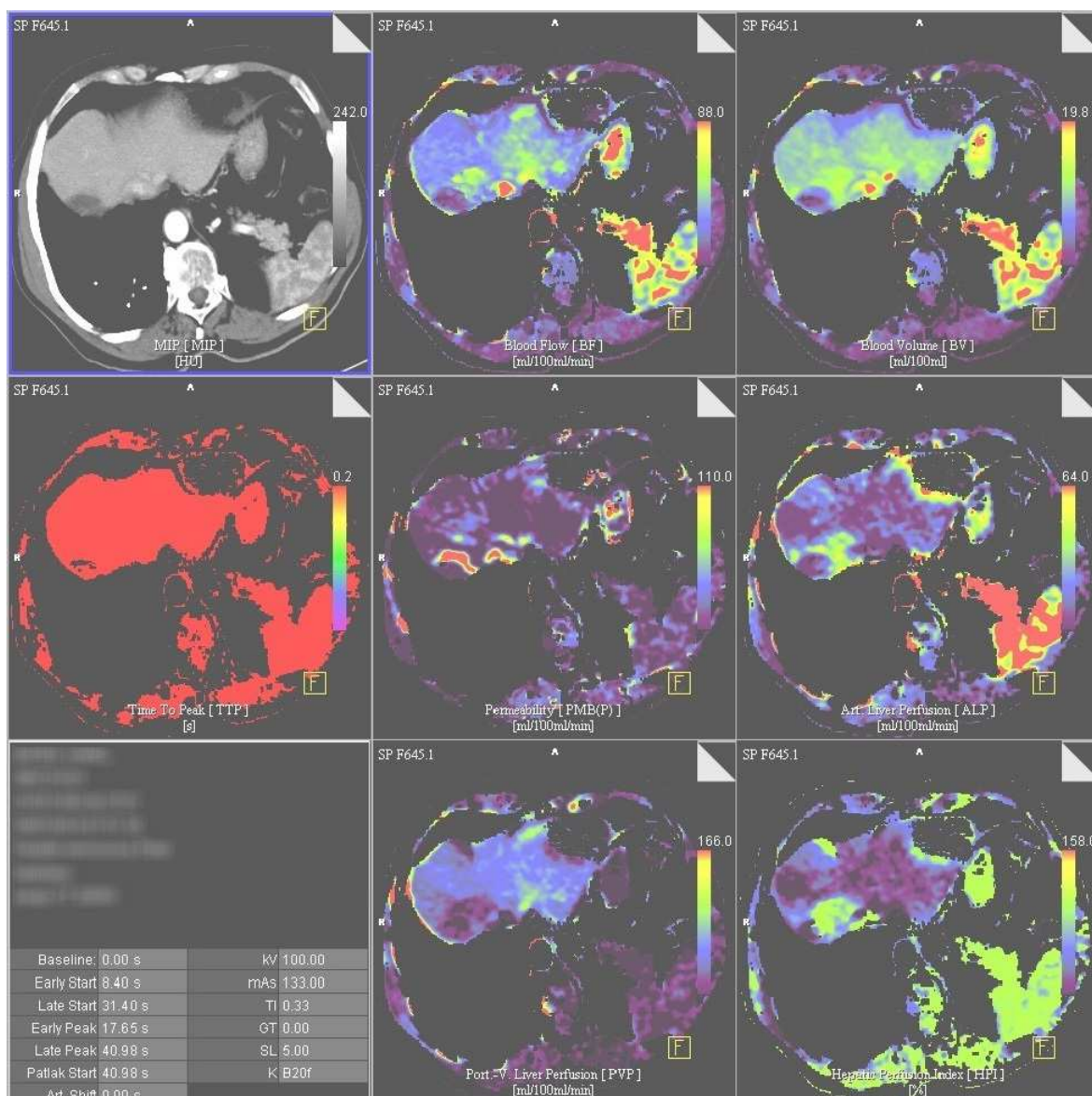
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 21: CT vyšetření jater – po hepatektomii



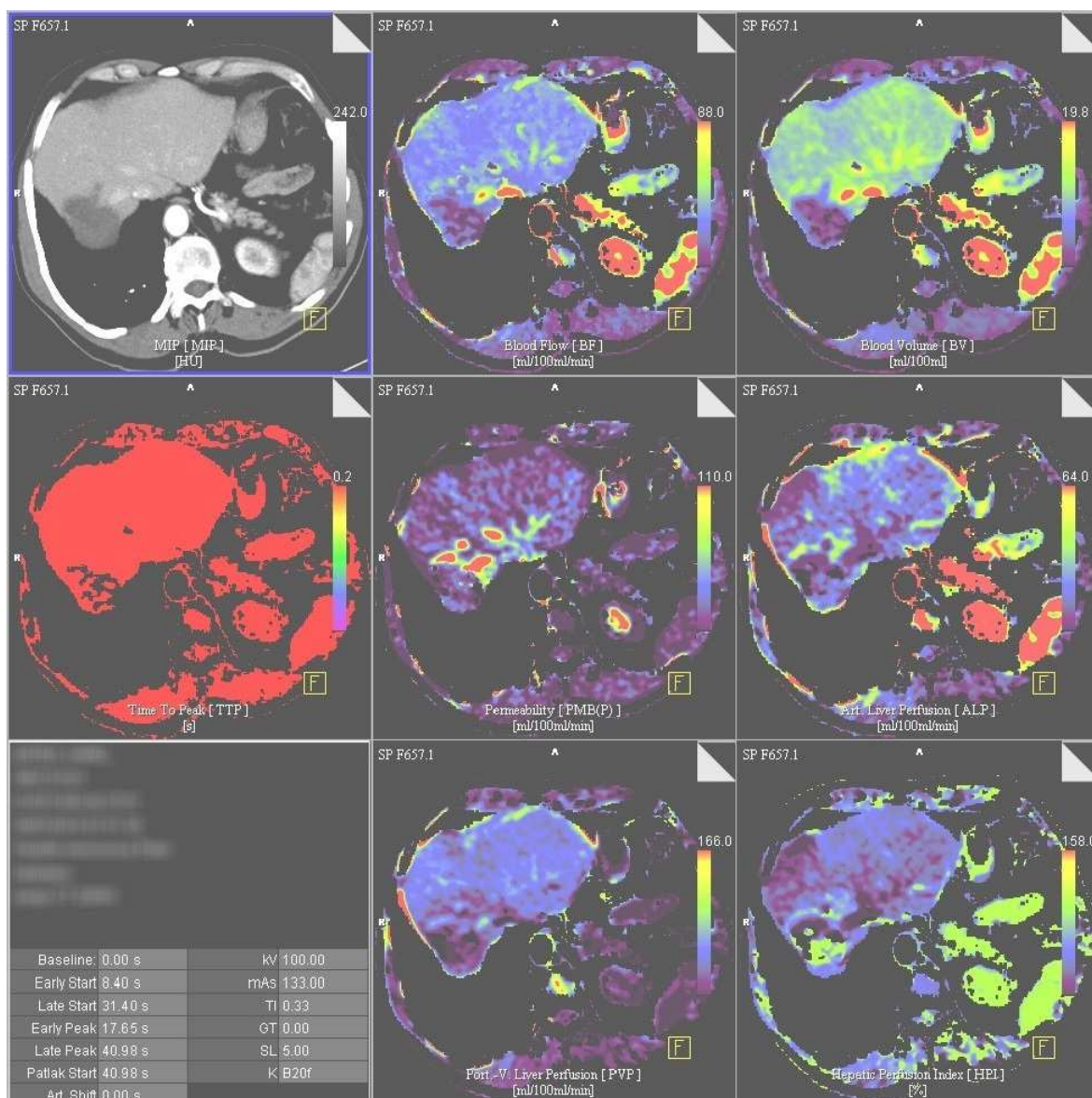
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 22: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)



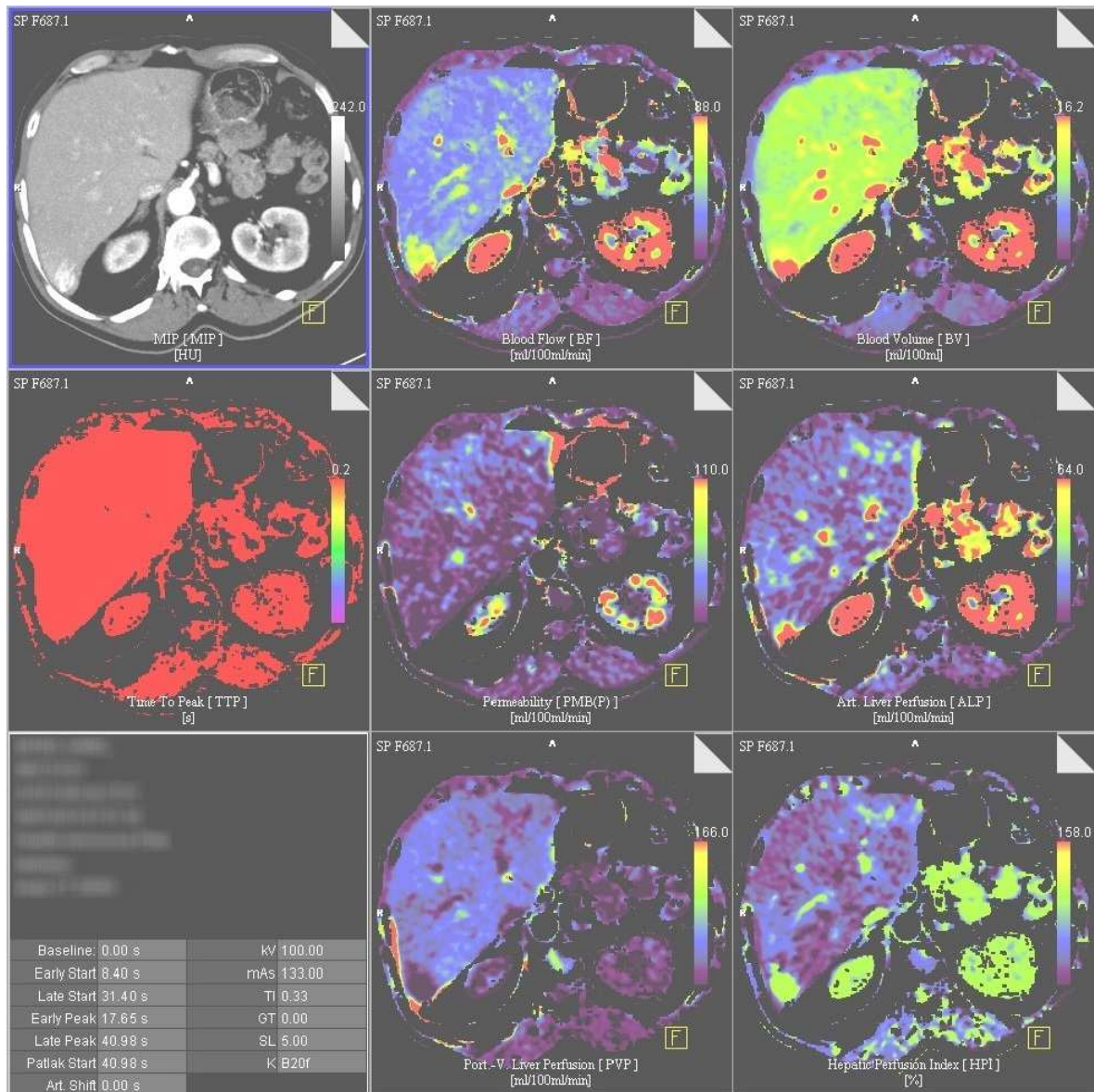
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 23: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)



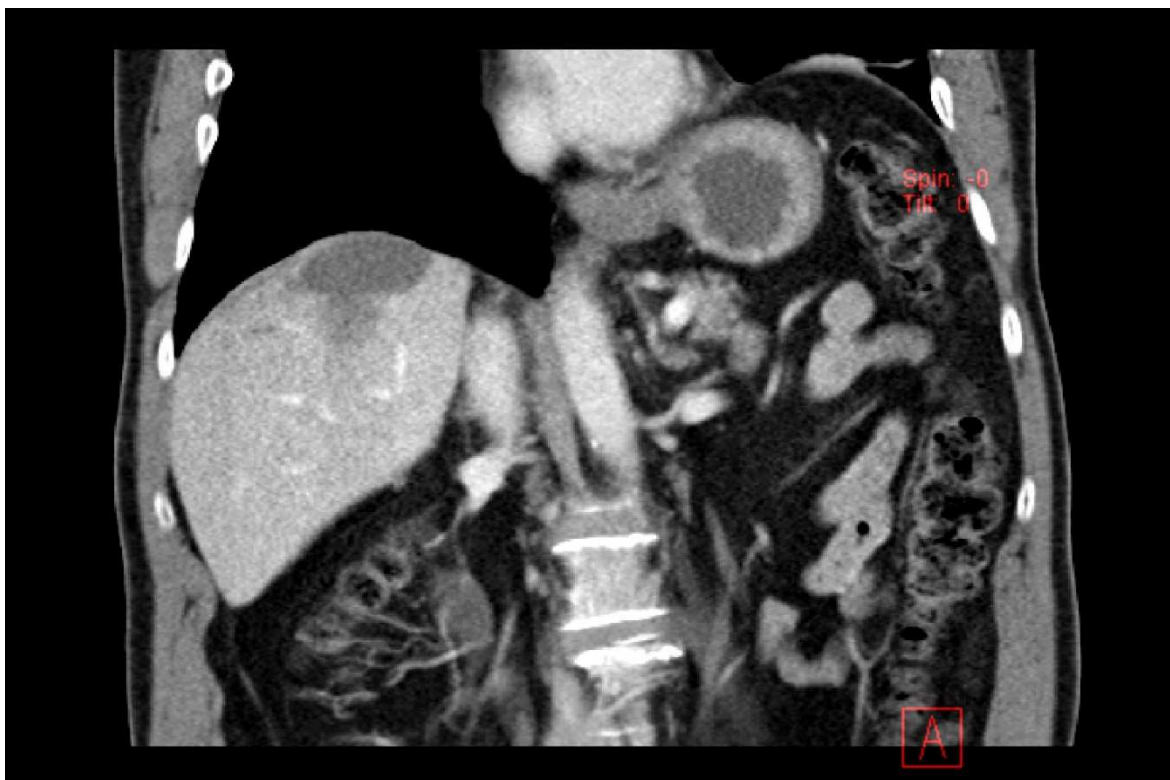
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 24: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)



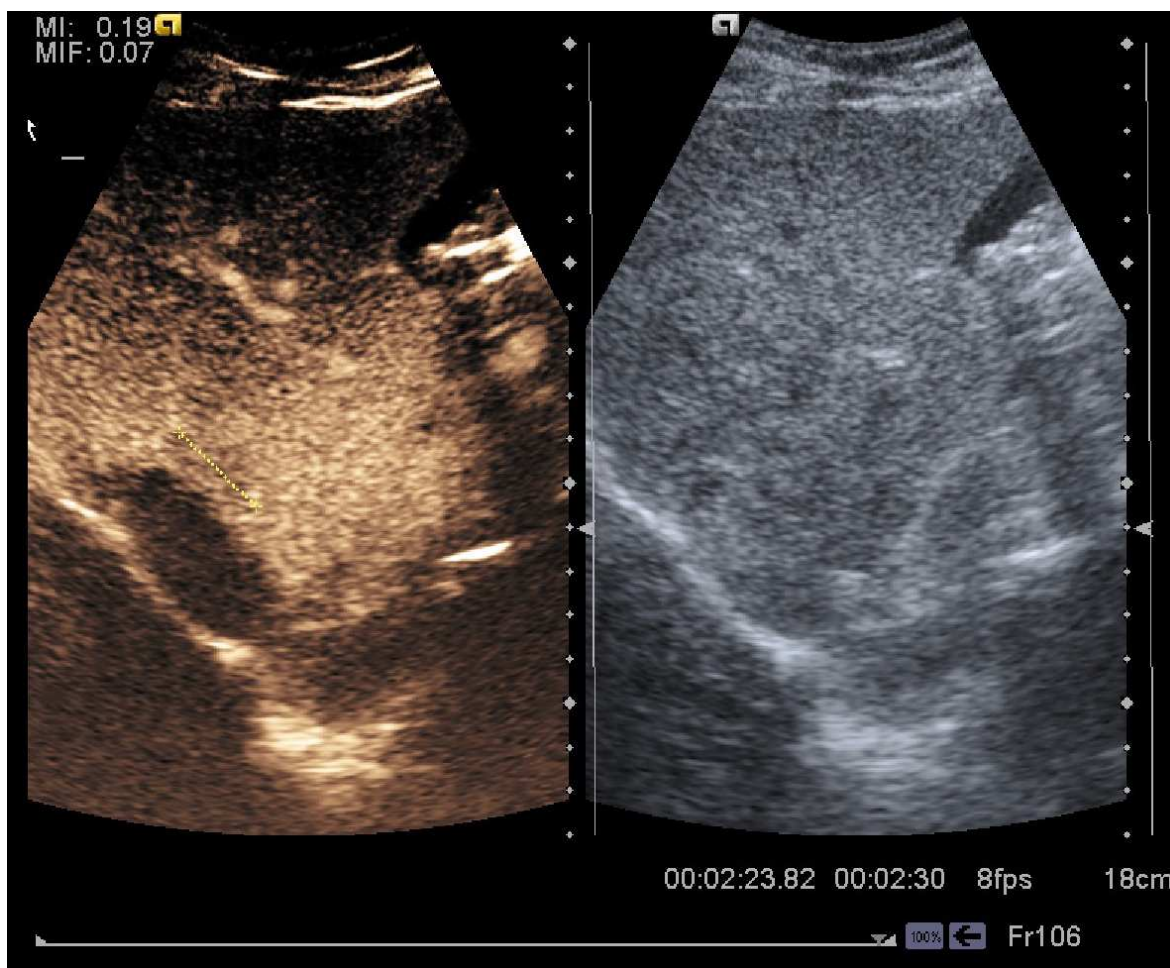
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 25: CT vyšetření břicha



Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 26: USG vyšetření jater - CEUS



Zdroj: FN Plzeň

8.4 KAZUISTIKA 4

8.4.1 Základní informace

Pohlaví, věk: Muž, 66 let.

Rodinná anamnéza: Otec zemřel v 79 letech na kolorektální CA, matka zemřela v 89 letech na diabetickou komplikaci. Sestra zdráva. 4 děti celkem, 1 syn po nádoru mozku.

Osobní anamnéza: Chronická ICHS, arteriální hypertenze, permanentní fibrilace síní, hypertrofická kardiomyopatie, DM II. typu komp. dietou, tyreotoxikóza (eufunkce). Operace – monobypass, plastika trikuspidální chlopně, implantace levokomorové elektrody.

Alergie: Ajatin.

Návyky: Exkuřák od 54 let, do té doby 20 cigaret denně, pivo k večeři, káva – 3 šálky denně.

Léky: Warfarin (změna za Fraxiparine), Rosucart, Nolpaza, Thyrozol, Egylok, Furon, Milurit.

8.4.2 Současný stav

66ti letý vaskulárně rizikový pacient, kardiak, donedávna warfarizován, byl přijatý večer ve 21:15 h na neurologickou kliniku pro akutně vzniklou poruchu řeči a hybnosti levostranných končetin. Při přijetí deviace hlavy a bulbů doprava, středně těžká disartrie, plegie LHK a těžká paréza LDK. Oběhově stabilní. Proto doporučeno multimodální CT mozku.

Nativní CT mozku

- o Nález: Bez IC krvácení, hyperdenzní ACM dx., postmalatická pseudocysta vpravo frontolat. Komorový systém pravidelný, bez dilatace. Skelet neurokrania norm., skleróza tepen. Hyperplazie sliznice ve VDN, hlavně v pravém antru.

CTA oblouku aorty, karotid, vertebrálních tepen, Willisova okruhu

- Vyšetření provedeno po aplikaci 45 ml KL Ultravist 370 i.v.
- o Nález: Oblouk aorty normální šíře, lumen volné. Odstupy tr. brachiocephalicus, ACC sin., AS sin. jsou volné, bez stenoz. Karotidy: ACC volná, bez stenoz. Sklerotické kalcifikace v oblasti bifurkace. ACI volná, bez stenoz. Skleroza karotických sifonů. Vertebrální tepny: Dominantní AV sin. Vertebrální tepny včetně odstupů volné, bez

stenoz. AB volná, bez stenoz. Willisův okruh: Okluze M1 ACM dx., fetální odstup ACP dx. Vedlejší nálezy: Cerkláž sterna, TKS, zmnožená plicní kresba.

CT perfúze mozku

- Vyšetření provedeno po aplikaci 40 ml KL Ultravist 370 i.v.
- o Nález: Alterace všech perfúzních parametrů vpravo hemisferálně v povodí ACM.
- o Závěr: Bez ICH. Ischemie vpravo hemisferálně v povodí ACM při okluzi M1 ACM dx.

Poté lékař z iktové jednotky požádal o provedení MTE kardioembolizačního uzávěru M1 vpravo.

Intervenční výkon

- o Provedení: Výkon v CA byl proveden pod vedením týmu KARIM. Punkce AFC dx., cévní přístup nejprve 5F sheatem, pomocí hydrofilního vodiče. Byl extrahován tromboembolus velikosti 5 x 4 mm. Po mezioborové konzultaci bez další intervence. Celkem bylo použito 60 ml KL Ultravis 370. Cévní přístup v pravém třísele ošetřen, doplněna kompresivní bandáž.
- Bezprostředně po výkonu byl pacient přechodně hospitalizován na NCH-JIP, kde byl nekomplikovaně odtlumen a extubován.

Nativní CT mozku

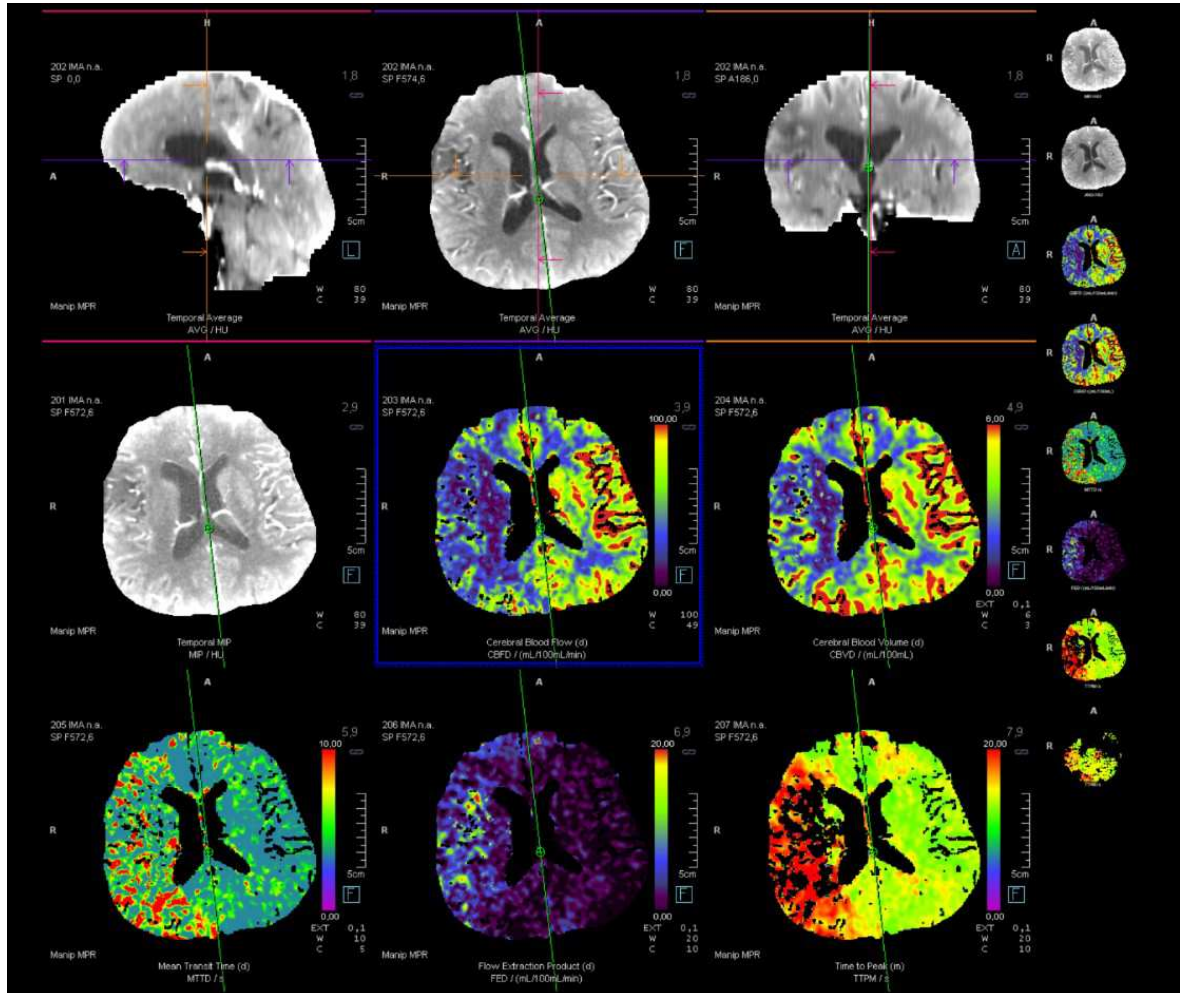
- Provedeno ihned po intervenčním výkonu.
- o Nález: Bez IC krvácení, mírně snížená denzita vpravo temporálně. Postmalatická pseudocysta vpravo, frontolat. Komorový systém pravidelný, bez dilatace. Skelet neurokrania normální. Skléroza tepen. Hyperplazie sliznice ve VDN, v pravém antru.
- Následně provedeno opět po 24 hodinách kontrolní CT.
- o Nález: Rozvinutá ischemie v BG vpravo a TO vpravo, bez krvácení dle CTA rekanalizace ACM vpravo.

Další postupy

- Pacient převeden na Warfarin, s odstupem 1 týdne. RTG plic bez významější patologie. V laboratoři nadhraniční CRP, bez klinického korelátu. Postupné zlepšování stavu, proto bylo zažádáno o přijetí na neuroRHC. Z důvodu lůžkové tísně nyní

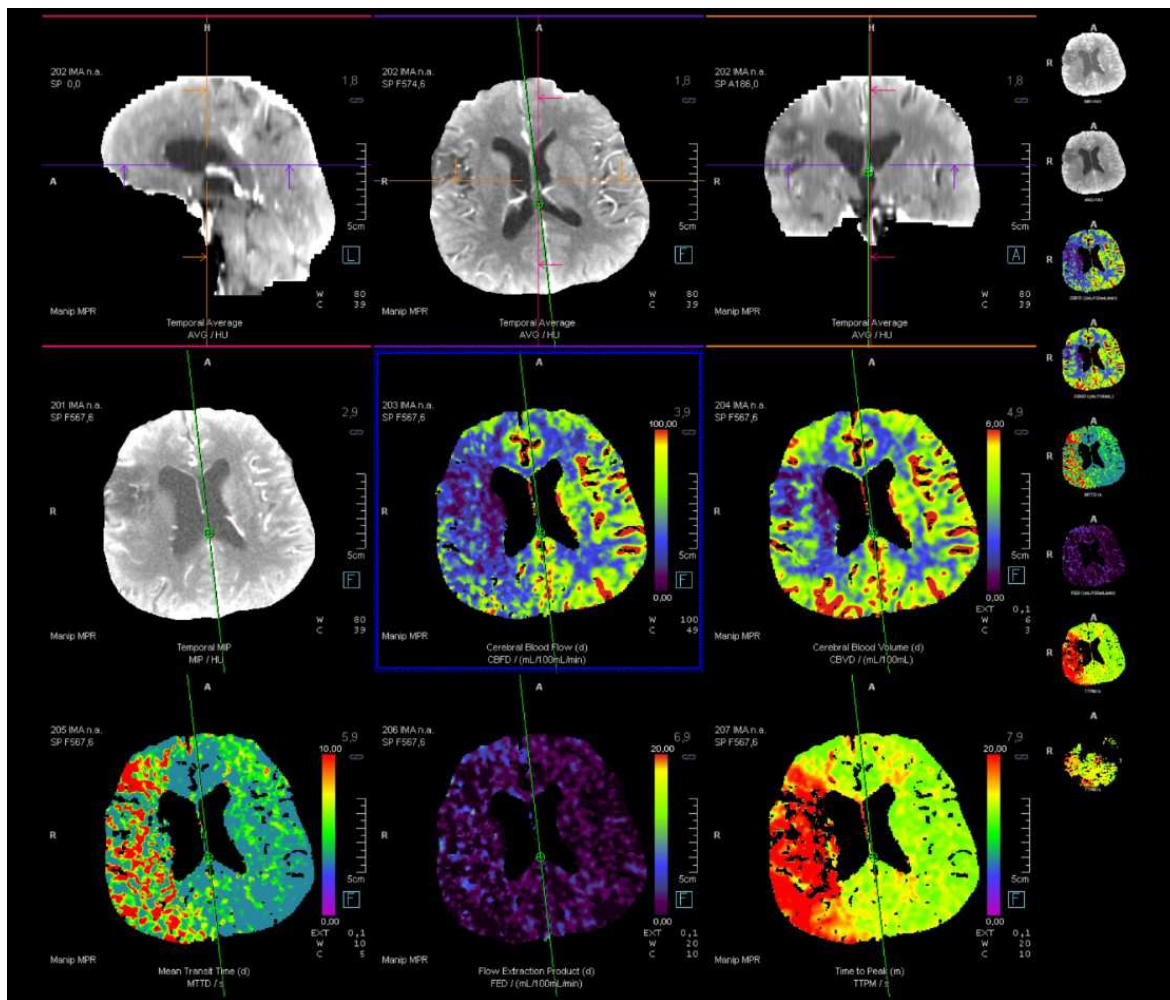
překlad na standardní oddělení. T.č. afebrilní, spolupracující, řeč normální, lehká levostranná hemiparéza. Doporučena kontrola v cévní poradně za 3 měsíce.

Obrázek 27: CT vyšetření mozku – perfúzní mapy



Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 28: CT vyšetření mozku – perfúzní mapy



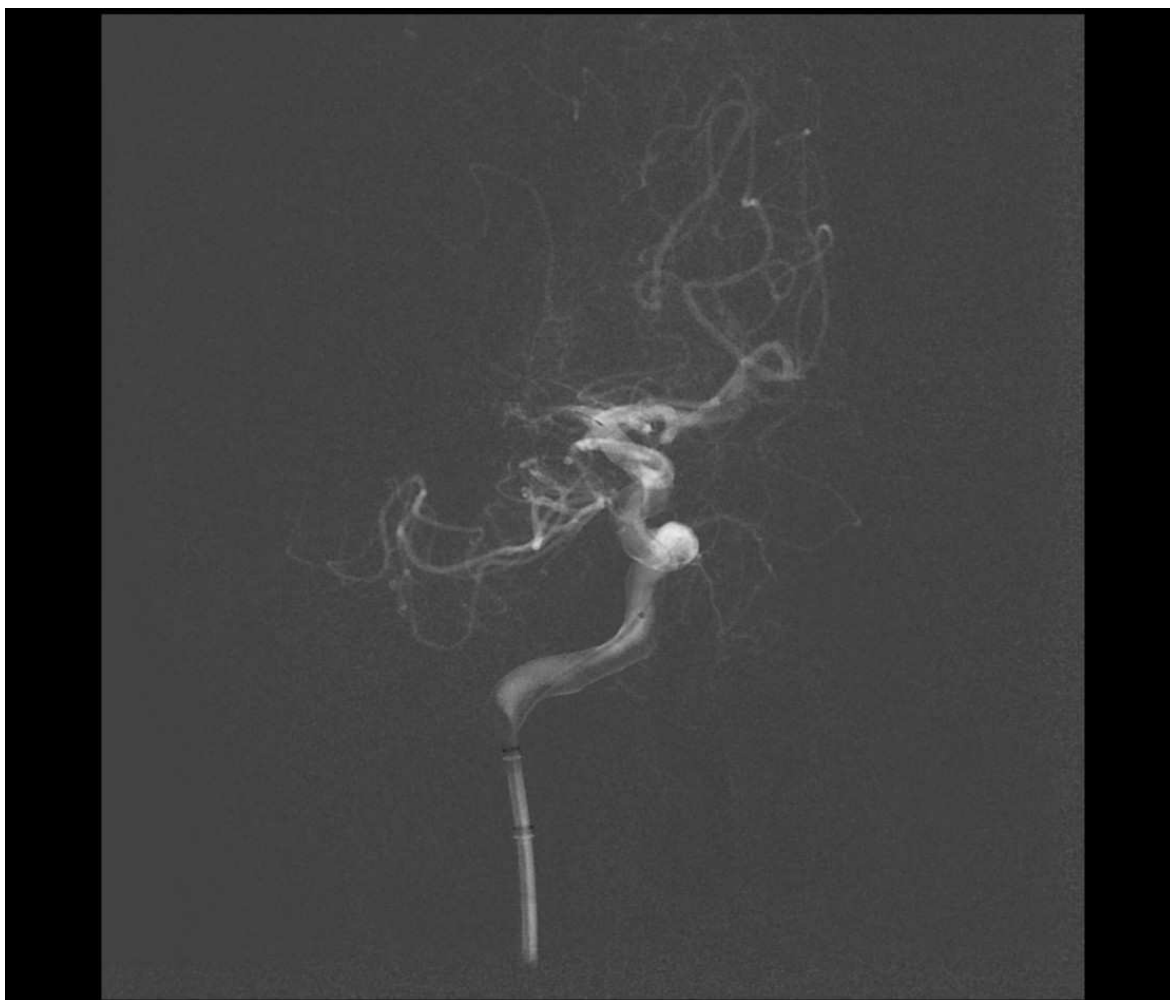
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 29: CT vyšetření mozku – CTAG (uzávěr ACM vpravo)



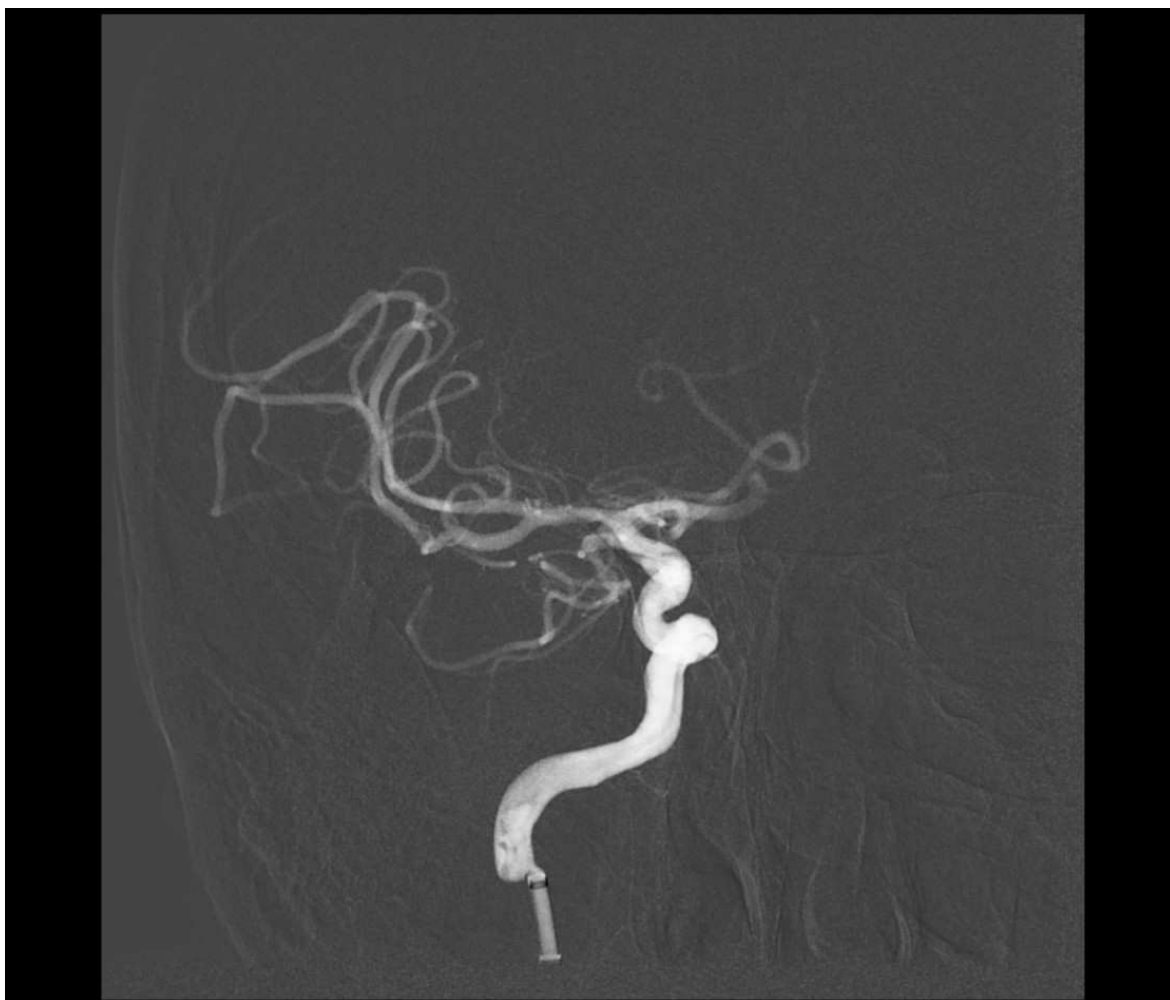
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 30: Intervenční AG mozku – DSA (uzávěr ACM vpravo)



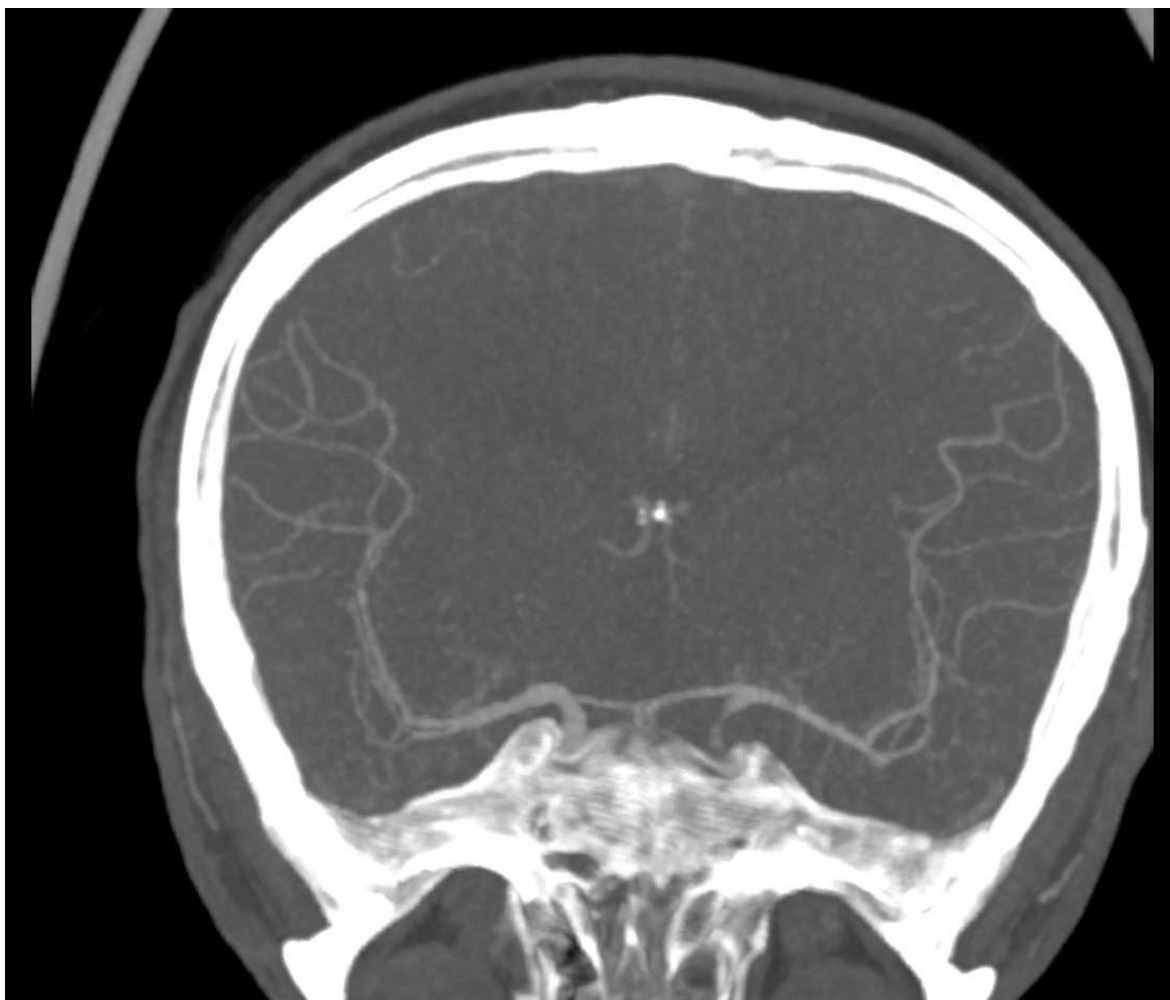
Zdroj FN Plzeň

Obrázek 31: Intervenční AG mozku – DSA (rekanalizace ACM vpravo)



Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 32: CT vyšetření mozku – CTAG (rekanalizace ACM vpravo)



Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 33: CT vyšetření mozku



Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 34: CT vyšetření mozku



Zdroj: FN Plzeň

8.5 Kazuistika 5

8.5.1 Základní informace

Pohlaví, věk: Muž, 66 let.

Rodinná anamnéza: Matka se léčí na DM, arteriální hypertenzi, jinak zdráva. Otec zemřel na ca prostaty, bratr zdrav, děti zdravý

Osobní anamnéza: běžné dětské nemoci, prodělal tuberkulózu, lupénka, operace menisku, dna

Alergie: potravinová alergie, pyl

Návyky: Kouří krabičku cigaret denně, alkohol příležitostně

Léky: Milurit, kortikoidová mast, Tramal

8.5.2 Současný stav

Pacient přijat na centrální příjem FN Plzeň pro CMP susp. stenózu ACI, proto byla doporučeno CT AG krčních a mozkových tepen.

CT AG krčních a mozkových tepen

- Provedeno s KL i.v.

- Nález: Aortální oblouk norm. šíře s nevelkými sklerot. změnami, odstupy tepen bez stenóz. Vpravo: ACC bez stenózy jen s nevelkou nástěnnou trombózou v průběhu, bifurkace volná, ACI i ACE bez stenózy. Vlevo: ACC s nástěnnou trombózou a stenózou max. 20 – 25 %. Smíšené pláty v bifurkaci a odstupu ACI bez hemodynamicky významných stenóz. Vertebrobazilární řečiště: volné. Mozkové řečiště: významná stenóza v odstupu M1 dx., v dalším průběhu tepna gracilní, další významnější stenóza v odstupu jedné z větví M2 dx., vaskularizace v periférii ACM dx. proti druhé straně výrazně chudší. Ostatní nález na tepnách Willisova okruhu norm. Meningeom frontobazálně vlevo, postmalatické změny v pr. hemisféře.
- Závěr: krční tepny bez významnějších stenóz. Významné stenózy v průběhu ACM dx.

Perfúzní CT mozku

- Po měsíci byla provedena CT perfúze mozku, pro opakované cévní mozkové příhody a před plánovaným revaskulizačním výkonem.

- Nález: Prodloužený TTP hemisferálně vpravo frontoparietálně, v malém okrsku při postranní komoře navíc snížený průtok a objem – odpovídá kritické perfuzi v povodí ACM vpravo s malým ischemickým core. Vlevo frontálně při předním rohu postranní komory okrsek prodlouženého TTP, sníženého průtoku i objemu - dokončená ischemie. Na dynamických snímcích patrné chabé plnění ACM vpravo. Vlevo frontálně meningeom ve shodě s min. vyšetřením.
- Závěr: Rozsáhlá kritická perfúze hemisferálně vpravo, s malým jádrem ischemie. Vlevo frontálně při předním rohu postranní komory ložisko dokončené ischemie. Chabé plnění ACM vpravo.

Intervenční výkon

- Následující den je pacient poslán na oddělení intervenční radiologie, pro klinicky lehkou levostrannou hemiparézu. Dle CTA jsou patrné vícečetné stenózy ACM vpravo, je zvažován bypass. Lékař žádá o provedení DSA včetně selektivního nástřiku ACE vpravo.
- Provedení: Cévní přístup z levostr. AFC 5F sheathem, provedeny DSA obou karotid (vpravo včetně selektivní DSA ACE) a vert. tepen. Vpravo je vlasová stenoza v M1 úseku, periferie pravé ACM se plní omezeně, úroveň M3-M4 je zásobena kolaterálně z levostranné ACI, kde je řečiště volné. Z pravé karotidy se neplní povodí ACA (bilat. zásobeny zleva), přes ACoP je zásobena pravá ACP. VB řečiště: zúžení odstupu pravé AV je max. hraniční významnosti, dominantní je levá AV, pouze prchavě se plní pravá ACP (zásobena dominantně z pravé ACI). Po DSA třísla ošetřeno manuální kompresí. Pacient omezeně spolupracuje, vyšetření je částečně rozhýbané. Průběh bez komplikací.

Perfúzní CT mozku

- Provedeno v zátěži, s podáním KL i.v. k porovnání s minulým vyšetřením.
- Nález: V zátěži se v povodí ACM dx kromě snížení TTP objevuje i snížení průkoku krve, objem zachován - dekompenzace kritické perfuze (až obr. penumbry) V tomto terénu neměnné staré postischem. změny v bazálních ggl. vpravo a vlevém F laloku. Na dynamickém AG patrná stenoza M1 dx a chudší plnění periferie ACM dx. Meningeom. F vlevo.

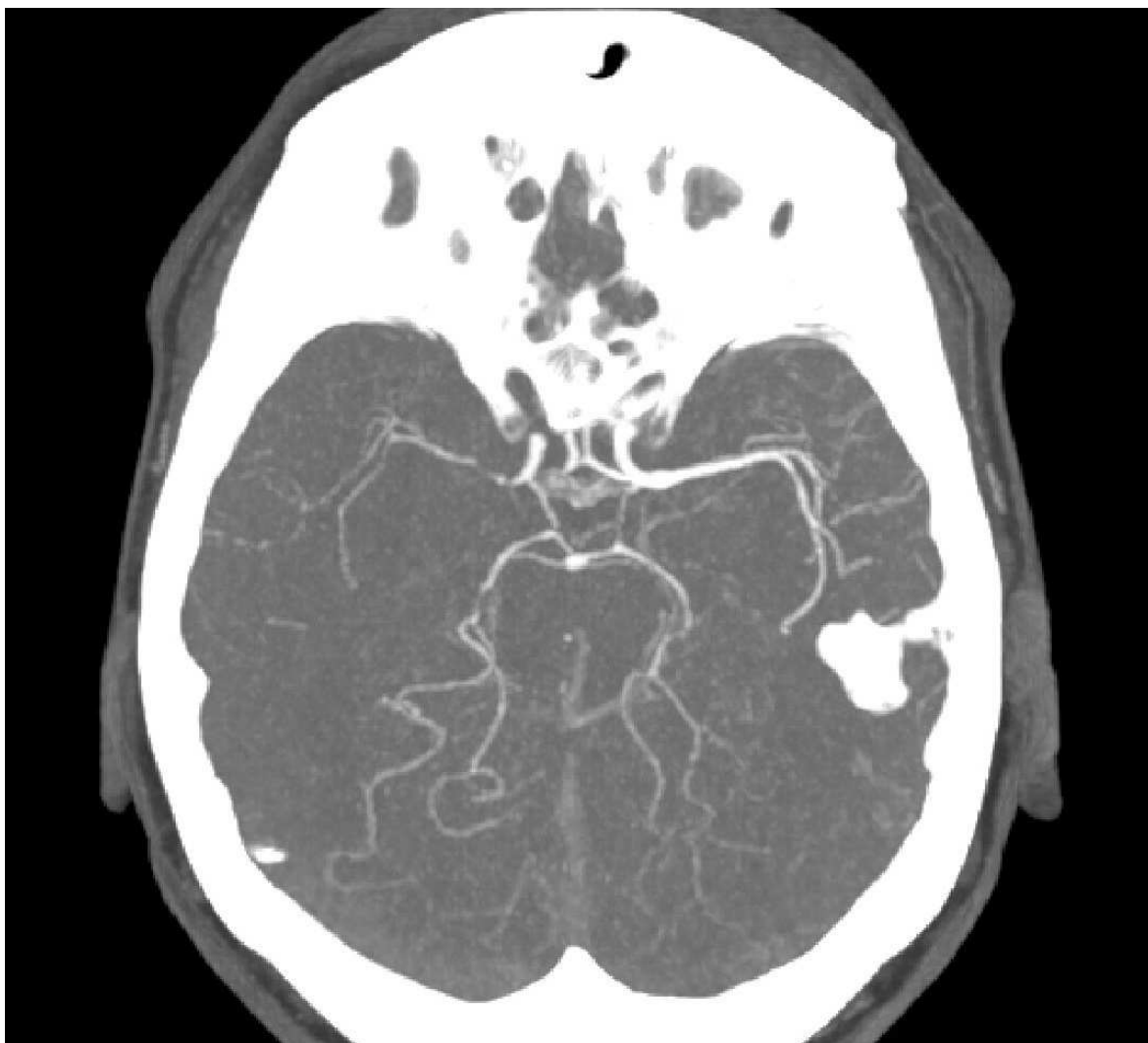
Intervenční výkon

- Provedeno DSA mozku s pokusem o zavedení stentu do stenotizujícího úseku M1 ACM vpravo.
- o Nález: Intrakraniální PTA, stentáž, ICmTE: přístup zajištěn z pravého třísla 6F, sondáž ACC a ACI dx. Provedeno DynaCT s ozřejmením prostorových vztahů v okolí kritické stenózy ACM dx., další stenóza se zobrazila na ACP dx., 70 %. Aplikován heparin 2,5 tis. j. i.a., přesto dochází v průběhu výkonu k trombóze před stenózou ACM dx. Tento nález zjištěn při sondáži ACM mikrokatétre, sondáž dokončena průnikem do M2 úseku ACM do ACoP. Trombus je obtékán. Znovu sondáž ACM dx, postupně provedeny angioplastiky jak místa stenózy, tak i místa trombózy balónk. katétre. Při kontrolním nástřiku se celý úsek neplní, proto zaveden Solitaire 4x20 do ACM, za pomocné aspirace z vodicího kat. provedena extrakce vícečetných tromb. fragmentů, kontrolní nástřik s volným tokem do ACM. Do místa původní stenózy byl zaveden samoexpand. stent s přesným, symetrickým umístěním. Kontrolní nástřik s volným tokem. Ošetření místa vpichu Angiosealem 8F, bez komplikací.

Další postupy

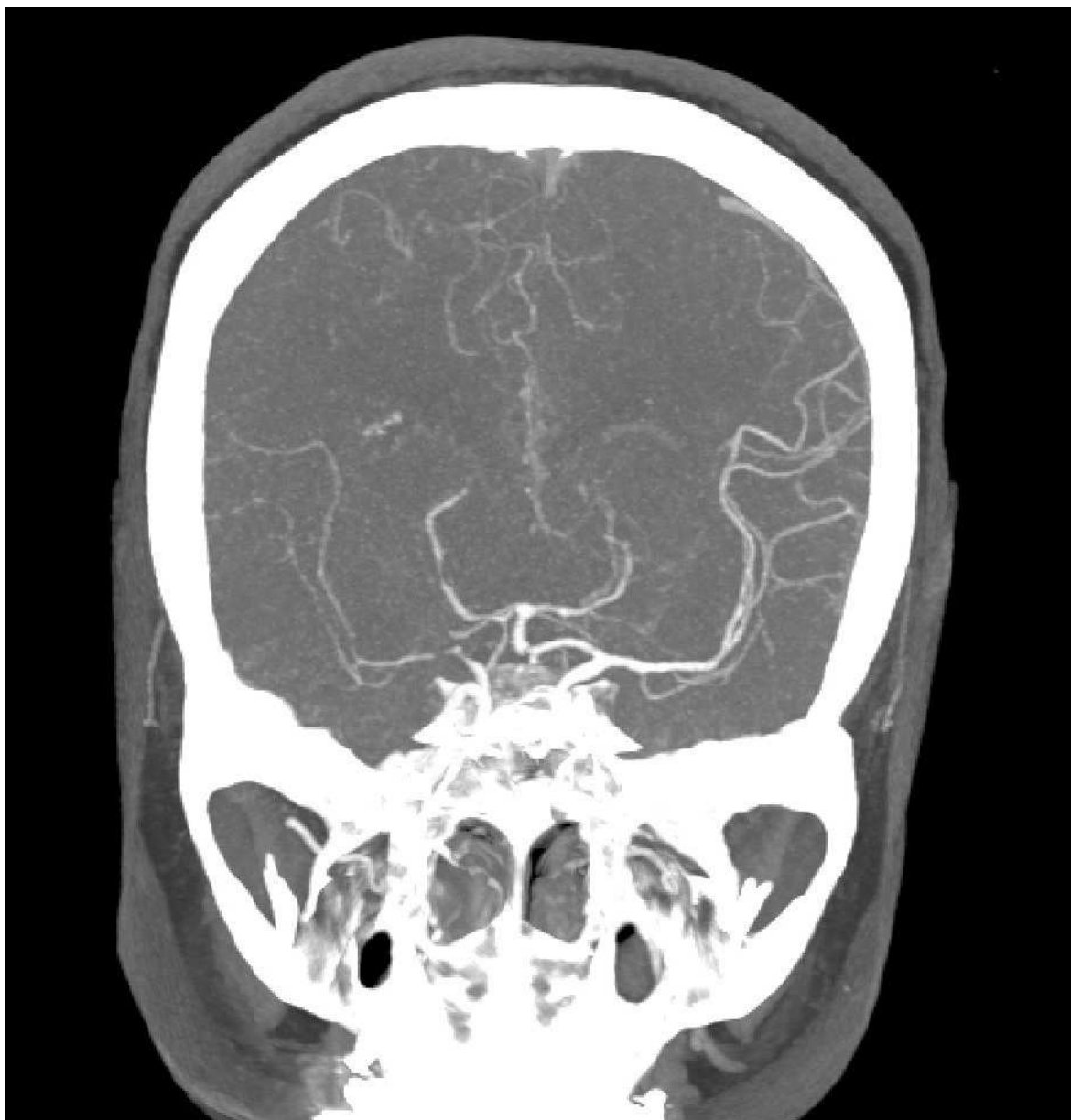
- Následně doporučeno duální antiagregace po dobu alespoň 6 měs., mono agregace trvale. Pacient i nadále sledován v cévní poradně, dochází na kontroly.

Obrázek 35: CT vyšetření mozku – CTAG



Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 36: CT vyšetření mozku – CTAG



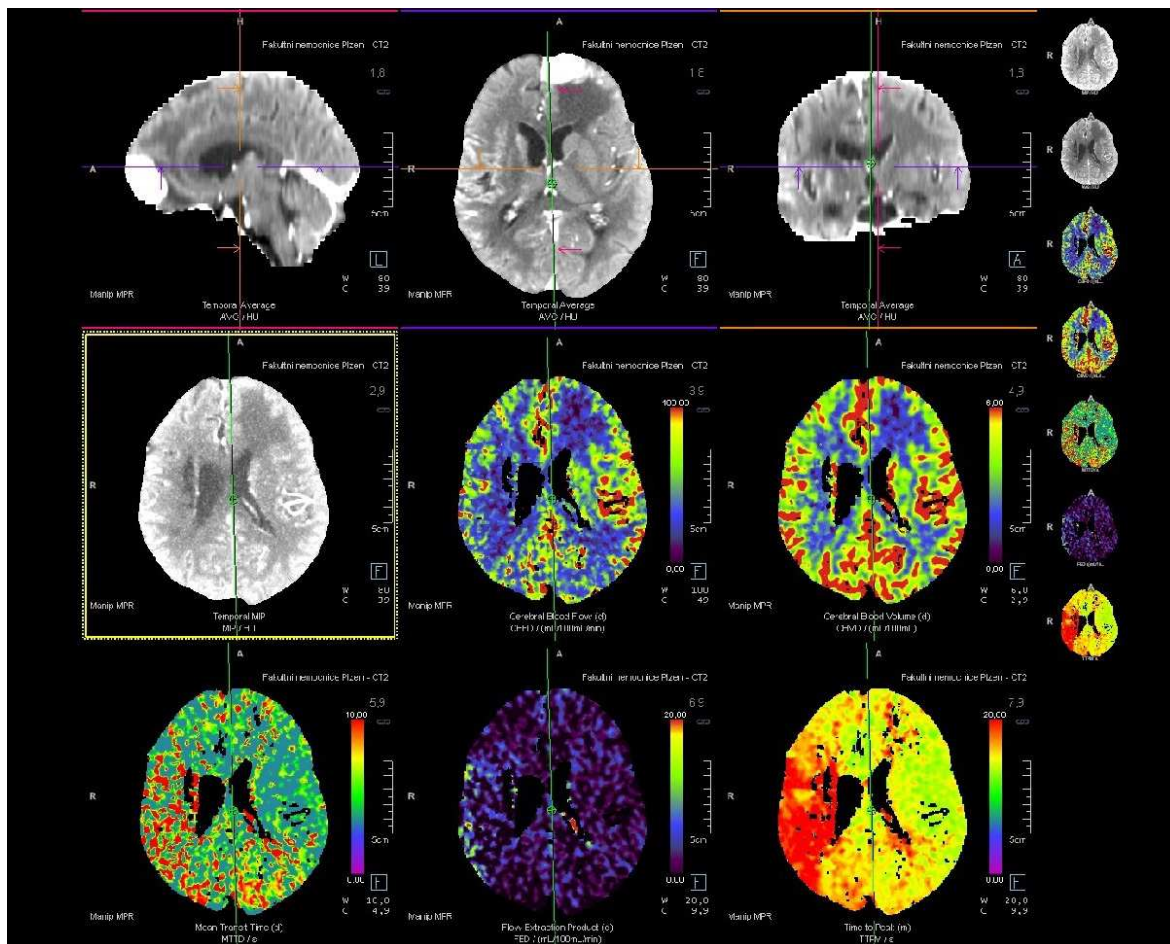
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 37: CT vyšetření mozku



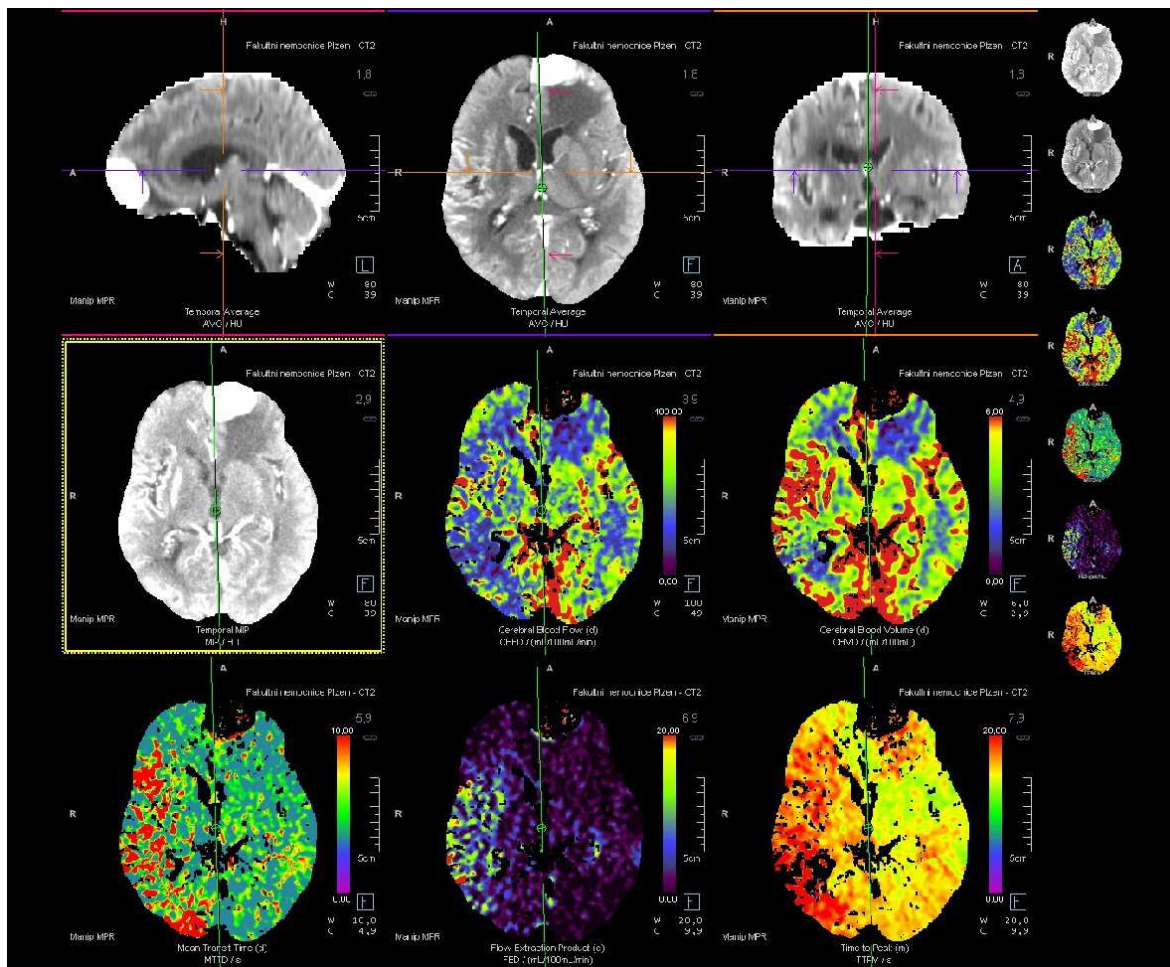
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 38: CT vyšetření mozku – perfúzní mapy



Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 39: CT vyšetření mozku – perfúzní mapy



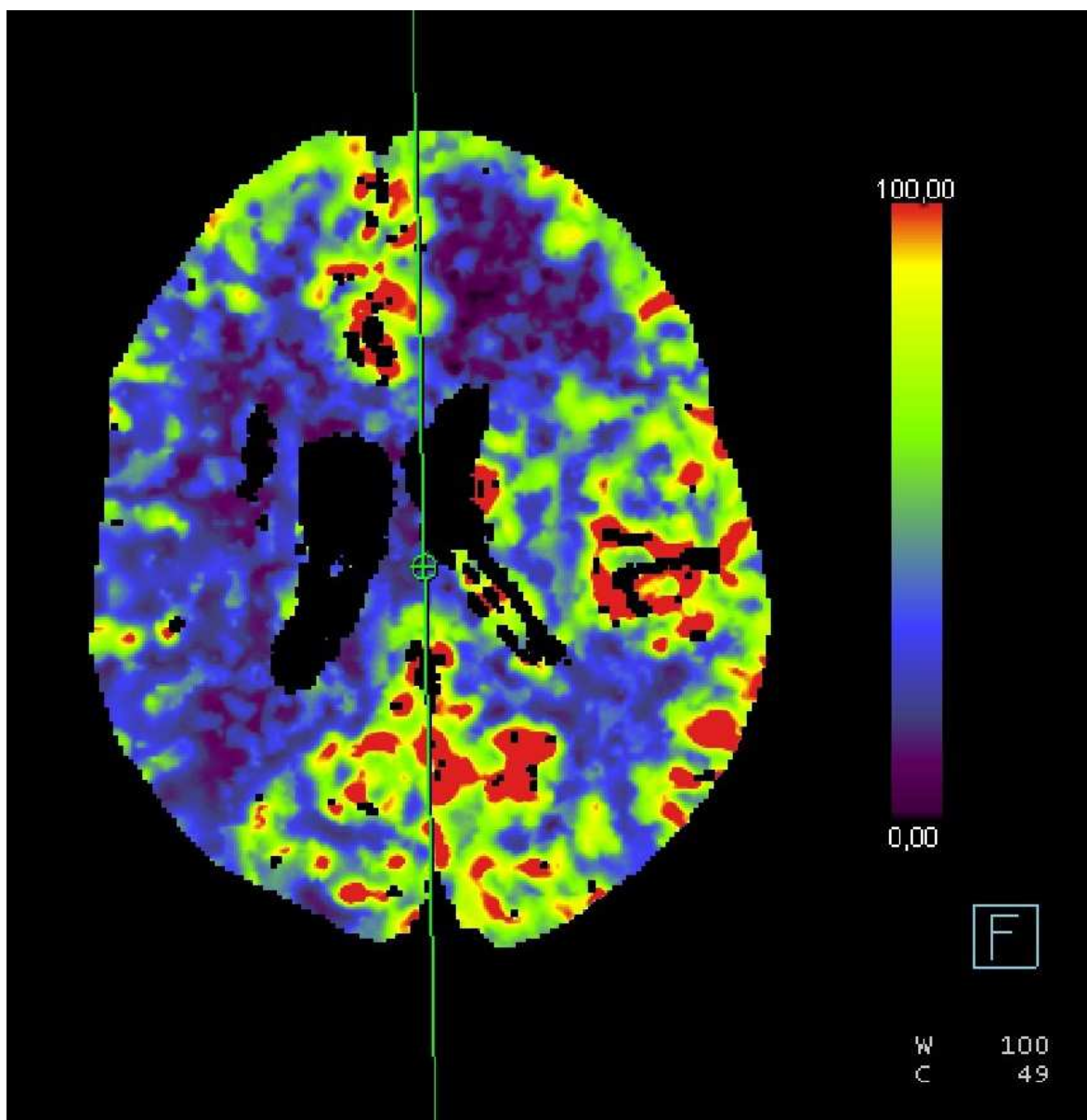
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 40: Intervenční AG mozku - DSA



Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 41: CT vyšetření mozku – perfúzní mapa



Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 42: Intervenční AG mozku – DSA



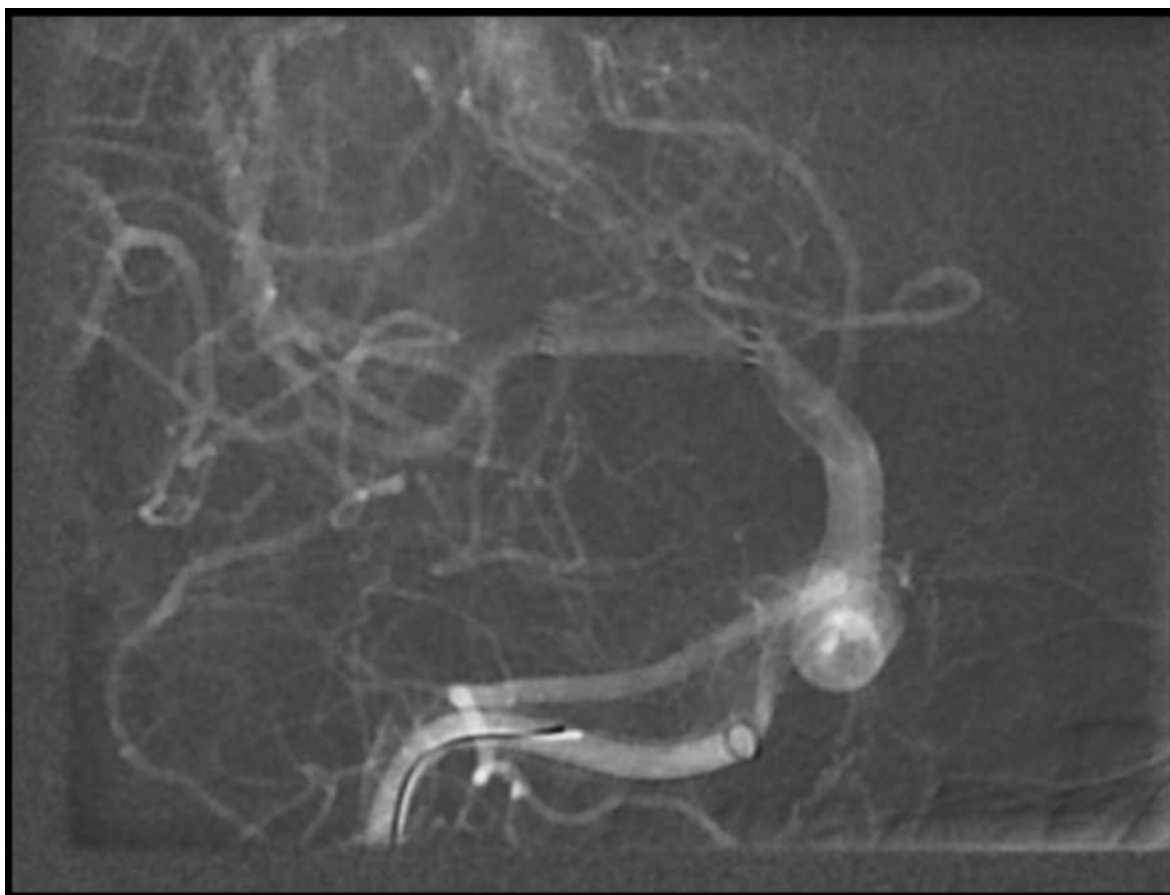
Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 43: Intervenční AG mozku – DSA



Zdroj: FN Plzeň

Obrázek 44: Intervenční AG mozku – DSA



Zdroj: FN Plzeň

DISKUZE

Medicína je obor, který stále posunuje kvalitu života kupředu a radiodiagnostika je odvětvím, které v ní má hlavní postavení. Kdyby nebylo nemocných lidí, nebylo by ani nových zobrazovacích metod. Jaké vyšetření pacient podstoupí, záleží vždy na ošetřujícím lékaři. Ten stanoví zobrazovací metodu, která bude použita pro diagnostiku onemocnění na podkladě zjištěných informací ze základních vyšetření. Měla by také poskytnout co nejvíce informací ke stanovení léčby, která vede u většiny případů k chirurgickému zákroku.

Výpočetní tomografie má významné postavení mezi ostatními zobrazovacími metodami. Zobrazení pomocí CT má výhodu v poměrně detailním zobrazení mozkové a jaterní tkáně, s možností provést i perfúzní vyšetření. Nevýhoda spočívá v použití ionizujícího záření a aplikaci kontrastní látky, která může vyvolat alergoidní reakci. V určitých případech, jako je diagnostika CMP, je výpočetní tomografie první volbou, zejména pro svou výbornou výpovědní hodnotu a hlavně pro svoji rychlost vyšetření, která je u život ohrožujícího stavu velmi důležitá.

U dvou kazuistik, které demonstrují podezření na cévní mozkovou příhodu, popisují právě využití výpočetní tomografie, resp. multimodálního CT mozku. Nejprve se provede nativní CT bez použití kontrastní látky k vyloučení intracerebrální krvácení. Poté je provedeno perfúzní vyšetření s kontrastní látkou – jedná se o funkční vyšetření mozku hodnotící perfúzní parametry, jejichž změny detekují případné ischemické změny mozku a hodnotí i viabilitu mozkové tkáně. Po perfúzním vyšetření téměř vždy následuje CT AG tepen krku a hlavy.

Na vybraných kazuistikách, které byly vybrány náhodně bez rozdílu pohlaví a věku, jsem se utvrdila v tom, že perfúzní výpočetní tomografie je na prvním místě při diagnostice akutní cévní mozkové příhody díky krátkému času. U vyšetření jater je první volbou vyšetření USG, případně CEUS. Na tato vyšetření poté může navazovat perfúzní CT jater s případnou nadstavbou v podobě intervenčního výkonu.

V teoretické části bakalářské práce jsou shrnuty informace o vzniku, vývoji a použití výpočetní tomografie. Dále obsahuje anatomické údaje mozku, jater a plic. Diagnostika těchto anatomických struktur by bez zobrazovacích metod nebyla možná. Dále byly krátce představeny i jiné možnosti perfúzního vyšetření, jako je perfúzní vyšetření plic na nukleární medicíně nebo pomocí MR. V praktické části je představeno pět

kazuistik u pacientů, kteří absolvovali perfúzní vyšetření pomocí výpočetní tomografie. V dnešní době se již perfúze jater moc nepoužívá, nejvíce se uplatňuje při vyšetření mozku. Mnozí lékaři i přesto od této vyšetřovací metody upouští a dá se říci, že perfúze vypadla z indikačních kritérií pro mechanickou trombektomii, tedy zprůchodnění krevního řečiště v mozku na angiografii. Výpočetní tomografie, resp. perfúzní vyšetření mozku je základní zobrazovací metodou v diagnostice akutních ischemických cévních mozkových příhod.

ZÁVĚR

Smyslem této bakalářské práce bylo poskytnout informace o postavení zobrazovací metody, jakou je výpočetní tomografie, v diagnostickém zobrazování anatomických struktur. V dnešní době je trendem nezatížit pacienta ionizujícím zářením a snažit se ho nevystavovat komplikacím, které jsou převážně spojeny s invazivními výkony. Proto se dnes dává přednost především neinvazivním či méně invazivním technikám (výpočetní tomografie a magnetická rezonance) před invazivními metodami. Hlavním cílem je vhodná volba zobrazovací techniky, se zřetelem na co nejmenší zatížení pacienta s minimálním rizikem komplikací z hlediska ionizujícího záření a zároveň získat co největší množství informací ohledně diagnózy pacienta. Pro tyto případy by byla nejvhodnější zobrazovací metodou magnetická rezonance, která pacienta nezatěžuje ionizujícím zářením a při podání kontrastní látky se většinou neobjevuje ani alergická reakce. Bohužel ne pro všechny indikace je tato metoda vhodná.

Význam perfúzního vyšetření, kromě současného použití v protokolu multimodálního CT mozku, upadá, zejména u vyšetření jater. Experimentálně lze perfúzní vyšetření indikovat u hodnocení léčby plicních tumorů, která se jinak běžně neprovádí.

Praktická část obsahuje 5 kazuistik, pacienti byli vybráni náhodně, bez rozdílu pohlaví a věku. Všichni podstoupili vyšetření ve FN Plzeň. Jsou popsány vyšetřovací metody, přiložena je obrazová dokumentace. Vybrané kazuistiky ukazují přínos vyšetření pomocí perfúzní výpočetní tomografie.

LITERATURA A PRAMENY

- 1) ČIHÁK, Radomír. Anatomie 3. 2. vydání. Praha: Grada Publishing, a. s., 2004. ISBN 80-247-1132-X.
- 2) ČIHÁK, Radomír. Anatomie 2. 2. vydání. Praha: Grada Publishing, a. s., 2002. ISBN 80-247-0143-X.
- 3) MÍRKA, Hynek a Jiří FERDA. Multidetektorová výpočetní tomografie: perfuzní vyšetření. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-185-8.
- 4) MALÁN, Alexander. Vybrané kapitoly z nukleární medicíny. Plzeň: Klinika zobrazovacích metod FN Plzeň, 2013. 182 s.
- 5) MECHL, M. Metodický list intravaskulárního podání jodových kontrastních látek. ISSN 1210-7883.
- 6) FERDA, Jiří. CT angiografie. 1. vyd. Praha: Galén, c2004, xi, 408 s. ISBN 80-7262-281-1.
- 7) FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA a Jan BAXA. Multidetektorová výpočetní tomografie: technika vyšetření. 1. vyd. Praha: Galén, c2009, 213 s. ISBN 978-80-7262-608-3.
- 8) FERDA, Jiří, Hynek MÍRKA, Jan BAXA a Alexander MALÁN. Základy zobrazovacích metod. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-164-3.
- 9) KORANDA, Pavel. Nukleární medicína. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-4031-6.
- 10) POVÝŠIL, Ctibor a Ivo ŠTEINER. Obecná patologie. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-773-8.
- 11) SEIDL, Zdeněk. Radiologie pro studium i praxi. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.
- 12) EHRMANN, Jiří a Petr HŮLEK. Hepatologie. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80247-3118-6.

- 13) HYNEK, Mírka, FERDA, Jiří, BAXA, Jan, TŘEŠKA, Vladislav, LIŠKA, Václav, SCHMIDT, Bernard, FLOHR Thomas. Perfuzní CT jater. *Ces Radiol.* 2010, 64(4), 281 – 289. ISSN 1210-7883
- 14) HERZIG, Roman. Ischemické cévní mozkové příhody: průvodce ošetřujícího lékaře. Praha: Maxdorf, c2008. Jessenius. ISBN 978-80-7345-148-6.
- 15) NEKULA, Josef a Jana CHMELOVÁ. Základy zobrazování magnetickou rezonancí. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta, 2007. ISBN 978-80-7368-335-1.
- 16) SEIDL, Zdeněk a Manuela VANĚČKOVÁ. Magnetická rezonance hlavy, mozku a páteře. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-802-4711-065.
- 17) FERDA, Jiří, KASTNER, Jan, KREUZBERG, Boris, NOVÁK, Milan, ROHAN, Vladimír. Zobrazení akutní mozkové ischemie. *Ces Radiol.* 2007, 61(3), 231 – 241.
- 18) MATHIAS PROKOP, Michael Galanski, co eds.:Aart J. vander Molen, Cornelia Schaefer-Prokop CO EDS.: AART J. VAN DER MOLEN, CORNELIA SCHAEFER-PROKOP, WITH CONTRIB. BY C. ENGELKE [ET AL.] a TRANSL. BY TERRY C. TELGER. Spiral and multislice computed tomography of the body. Stuttgart. Thieme, 2003. ISBN 9783131164810
- 19) CT perfúze (CTP). [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <http://cmp-manual.wbs.cz/720-Pocitacova-tomografie.html#3>
- 20) SEIDL, Zdeněk. Neurologie pro studium i praxi. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5247-1.

SEZNAM ZKRATEK

a.	arteria
v.	vena
VN	vysoké napětí
JKL	jodová kontrastní látka
KPR	kardiopulmonální resuscitace
CMP	cévní mozková příhoda
DM	diabetes mellitus
LKS	levá komora srdeční
CT	computed tomography
CTAG	CT angiografie
PCT	perfúzní výpočetní tomografie
ASL	arterial spin labeling
CEUS	CONTRAST ENHANCED ULTRASONOGRAPHY
FDG	fluorodeoxyglukóza
ICD	implatovaný defibrilátor
RTG	rentgenový
FOV	field of view
MDCT	multimodální výpočetní tomografie
SPECT	jednofotonová emisní tomografie
RFA	radiofrekvenční ablace
DSA	digitální subtrakční angiografie
MRI	magnetická rezonance

HU	Hounsfield Units
FN	Fakultní nemocnice
CBV	cerebral blood volum
CBF	cerebral blood flow
MTT	mean transit time
TTP	time to peak
PAD	perorální antibiotika
VAS	vertebrální algický syndrom
IM	infarkt myokardu
USG	ultrasonografie
LHK	levá horní končetina
DDŽ	dolní dutá žíla
TBC	tuberkulóza
AV	arteria vertebralis
AS	arteria subclavia
ICHS	ischemická choroba srdeční
RHC	rehabilitace
ACI	arteria carotis interna
ACM	arteria cerebri media
ACC	arteria carotis communis
ACP	arteria cerebri posterior
ORAK	Onkologická a radioterapeutická klinika

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Hounsfieldova stupnice	13
Tabulka 2: Limitované perfúzní zobrazení mozku	24
Tabulka 3: Objemové perfúzní zobrazení mozku	25
Tabulka 4: Příklady dávek při vybraných perfúzních vyšetřeních	25

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Podíl zdrojů ozáření na kolektivní dávce	14
Obrázek 2: CT přístroj	16
Obrázek 3: Perfúzní zobrazení mozku s náhle vzniklou ischemií	23
Obrázek 4: Perfúze plic po první sérii chemoterapie	26
Obrázek 5: Kontrolní perfúze plic po ozáření	26
Obrázek 6: Hybridní SPECT/CT přístroj	33
Obrázek 7: MRI přístroj	35
Obrázek 8: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)	40
Obrázek 9: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)	41
Obrázek 10: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)	42
Obrázek 11: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)	43
Obrázek 12: CT vyšetření jater	46
Obrázek 13: CT vyšetření jater	47
Obrázek 14: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)	48
Obrázek 15: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)	49
Obrázek 16: CT vyšetření jater	50
Obrázek 17: CT vyšetření jater	51
Obrázek 18: CT vyšetření jater	55
Obrázek 19: CT vyšetření jater – kontrolní	56
Obrázek 20: CT vyšetření jater – po hepatektomii	57
Obrázek 21: CT vyšetření jater – po hepatektomii	58
Obrázek 22: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)	59
Obrázek 23: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)	60
Obrázek 24: CT vyšetření jater – prokrvení jaterních lézí (perfúzní mapy)	61
Obrázek 25: CT vyšetření břicha	62
Obrázek 26: USG vyšetření jater - CEUS	63
Obrázek 27: CT vyšetření mozku – perfúzní mapy	66
Obrázek 28: CT vyšetření mozku – perfúzní mapy	67
Obrázek 29: CT vyšetření mozku – CTAG (uzávěr ACM vpravo)	68
Obrázek 30: Intervenční AG mozku – DSA (uzávěr ACM vpravo)	69
Obrázek 31: Intervenční AG mozku – DSA (rekanalizace ACM vpravo)	70
Obrázek 32: CT vyšetření mozku – CTAG (rekanalizace ACM vpravo)	71

Obrázek 33: CT vyšetření mozku	72
Obrázek 34: CT vyšetření mozku	73
Obrázek 35: CT vyšetření mozku – CTAG	77
Obrázek 36: CT vyšetření mozku – CTAG	78
Obrázek 37: CT vyšetření mozku	79
Obrázek 38: CT vyšetření mozku – perfúzní mapy	80
Obrázek 39: CT vyšetření mozku – perfúzní mapy	81
Obrázek 40: Intervenční AG mozku - DSA.....	82
Obrázek 41: CT vyšetření mozku – perfúzní mapa	83
Obrázek 42: Intervenční AG mozku – DSA	84
Obrázek 43: Intervenční AG mozku – DSA	85
Obrázek 44: Intervenční AG mozku – DSA	86

PŘÍLOHY